



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ÚPRAVA IZOLACE V ZADNÍ ČÁSTI AUTOBUSU

ADJUSTMENT OF THE INSULATION OF THE BUS REAR PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Jan Pešina

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Pešina

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem c.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Úprava izolace v zadní části autobusu

v anglickém jazyce:

Adjustment of the Insulation of the Bus Rear Part

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod
2. Konstrukčně-technologický rozbor součásti.
3. Formulace problému ve výrobě.
4. Sestavení nové varianty výrobního procesu.
5. Posouzení nové varianty z pohledu firmy.
6. Ekonomické zhodnocení včetně ekologie.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle diplomové práce:

Technologicko-ekonomický projekt, vycházející z provozních podmínek daných typů autobusů, a z těchto dat je realizováno výhodnější řešení v konkrétní části výroby.

Seznam odborné literatury:

1. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. *Příručka obrábění, kniha pro praktiky*. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
3. ZDRAVECKÁ, Eva a Ján KRÁL'. *Základy strojárskej výroby*. 1. vyd. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2002. 145 s. ISBN 80-7165-353-5.
4. IMAI, Masaaki. *Kaizen*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
5. WIREMAN, T. *Total productive maintenance. 2nd ed.* New York: Industrial Press, 2004. P. 196. ISBN 0-8311-3172-1.
6. *Kompletní program pro manipulaci a skladování nebezpečných látek*. Strakonice: DENIOS, s. r. o., 2005. 180 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 27.11. 2013

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na návrh změny technologického postupu výroby sestavy „sendvič“ ve firmě Iveco Bus. Řeší nové upínání sestavného stolu, výběr nových lepidel a nového materiálu lišty. V první části je představena společnost Iveco Bus a popsána její historie. Druhá část je zaměřena na konstrukční rozbor zadané sestavy a její současný technologický výrobní postup. Následuje představení a vyřešení zadaných problémů a je sestaven návrh nového technologického postupu. V závěru práce je doloženo technicko-ekonomické porovnání současné a navržené změny technologie.

Klíčová slova

lepení, izolace, upínání, sendvič, autobus, lepidlo

ABSTRACT

Master thesis is focused on proposal of improved manufacturing process of assembly named "sandwich" produced in Iveco bus company. There is solved new fixation of assembly bench, replacement of currently used glues and material of ledge as well. In the first part there is company introduction Iveco Bus. Second part consist of construction analysis and description of present manufacturing process. Further there is introduction, solving out of thesis topics and proposal of new manufacturing process is written. At the end of thesis are attached comparison between present and proposed manufacturing process.

Key words

gluing, isolation, clamping, sandwich, bus, glue

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Pešina, J. *Úprava izolace zadní části autobusu*. Brno 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 67 s. 17 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Úprava izolace v zadní části autobusu** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

30. 5. 2014

Datum

Bc. Jan Pešina

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z VUT Brno za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Dále děkuji společnosti Iveco Bus za umožnění napsání diplomové práce. Jmenovitě patří poděkování panu Karlu Zamastilovi vedoucímu technologie, panu Pavlu Duchoslavovi, vedoucímu technologie podvozků, panu Jaroslavu Vrabcovi z oddělení technologie podvozků a panu Pavlu Říhovi z oddělení konstrukce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 CHARAKTERISTIKA FIRMY	10
1.1 Současnost firmy	10
1.2 Historie firmy	10
2 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI	18
2.1 Konstrukční rozbor součástky	18
2.2 Technologický rozbor součástky	21
2.2.1 Lepení spodní části sendviče	21
2.2.2 Lepení horní části sendviče	23
2.2.3 Lepení profilů	24
2.2.4 Lepení profilů a spodního dílu sendviče k rámu podlahy	26
2.2.5 Dokončovací operace	27
3 FORMULACE PROBLÉMŮ VE VÝROBĚ	30
3.1 Úprava sestavného stolu na kompletaci sendviče	30
3.1.1 Současný stav	30
3.1.2 Řešení nové varianty	32
3.2 Výběr levnějších lepidel	36
3.2.1 Současná používaná lepidla	36
3.2.2 Nově navrhnutá lepidla na lepení	40
3.3 Změna výběru levnějšího materiálu lišty pro vymezení matic v profilech	44
3.3.1 Současný materiál	44
3.3.2 Nový materiál	45
4 SESTAVENÍ NOVÉ VARIANTY VÝROBNÍHO PROCESU	46
4.1 Výchozí podmínky pro návrh nové varianty	46
4.2 Nový návrh technologického postupu	46
5 POSOUZENÍ NOVÉ VARIANTY Z POHLEDU FIRMY	50
6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	51
6.1 Nová varianta	51
6.1.1 Vyřešení nového sestavného stolu	51
6.1.2 Porovnání cen lepidel	52

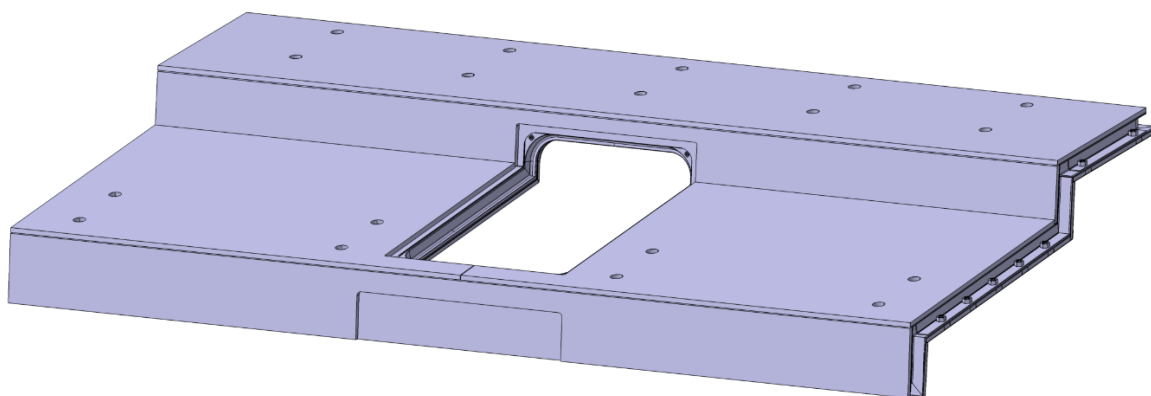
6.1.3 Porovnání ceny lišty na vymezení matic v profilech	56
6.2 Ekologie	57
6.2.1 Ekologické zátěž při výrobě sendviče	57
6.2.2 Odpady	58
7 DISKUZE	60
ZÁVĚR	61
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	65
SEZNAM PŘÍLOH	67

ÚVOD

Společnost Iveco Bus se řadí mezi nevýznamnější firmy České republiky. Firma sídlí ve Vysokém Mýtě, vyrábí převážně městské a meziměstské autobusy, které se z více jak 90 % vyváží do přibližně 30 zemí světa [1].

Tématem diplomové práce je reálná problematika úpravy technologického postupu ve společnosti Iveco Bus po vyřešení dílčích problémů, a to po zhotovení nového sestavného stolu, změny používaných lepidel a změny materiálu lišty vymezující matice v přímých profilech.

Předmětem práce je návrh nového technologického postupu výroby sestavy sendvič (zobrazen na obr. 1) využitím výše uvedených výchozích podmínek. Pozornost je věnována optimalizaci výroby sestavy a zvýšení produktivity snížením výrobního času a ceny.



Obr. 1 Zadaná sestava.

1 CHARAKTERISTIKA FIRMY

Firma Karosa nyní přejmenována na Iveco Bus má velmi bohatou historii. V první kapitole je brána současnost firmy Iveco Bus a historie firmy Karosa, která ve Vysokém Mýtě sídlí od roku 1895.

1.1 Současnost firmy

Iveco Czech Republic (dále jen Iveco Bus) je společnost vyrábějící autobusy se sídlem ve Vysokém Mýtě. Vznikla 1. 7. 1993 privatizací státního podniku Karosa, jehož název, již jako akciová společnost, nesla až do konce roku 2006. Od roku 1999 byla Karosa součástí celoevropského holdingu Irisbus. Tento holding založily firmy Renault a Iveco [2]. V roce 2004 firma Iveco převzala celý Irisbus. Současný název Iveco Bus je používán od 1. 1. 2013.

1.2 Historie firmy

Tab. 1 Významné mezníky firmy.

Rok	Událost	Poznámka
1895	Založení firmy Josefem Sodomkou st.	
1925	První výroba automobilových karosérii.	PRAGA Piccolo
1930	První výroba autobusových karosérii.	Škoda 125
1937	Výroba první série autobusů na podvozcích ŠKODA 606.	
1948	Znárodnění firmy a změna názvu na Karosa, výroba autobusů Škoda 706 RO.	odchod Josefa Sodomky z firmy
1957	Výroba autobusů Škoda 706 RTO.	vyrobena 14 451 ks do roku 1971
1966	Začátek výroby autobusů řady Š 11 a návrh typu autobusu ŠM 11.	vyrobena 26544 ks do roku 1981
1981	Zahájena sériová výroba autobusů řady Š 730.	
1993	Privatizace Karosy.	hlavní podíl akcií má firma Renalt
1999	Spojení italské firmy Iveco a francouzského Renault v jeden celek Irisbus Holding S.L.	výroba řady 950
2004	Firma Iveco se stává jediným vlastníkem firmy Irisbus Holding S.L.	výroba typů autobusů Citelis a Arway
2007	Přejmenování firmy Karosa na Iveco Czech Republic.	výroba nového autobusu Low-Entery
2013	Přejmenování firmy Iveco Czech Republic, a.s. na Iveco Bus.	výroba autobusů s emisní normou Euro VI

V roce 1895 se usadil ve Vysokém Mýtě Josef Sodomka s rodinou a založil firmu na výrobu kočárů a speciálních vozů. V roce 1905 po pořízení parního stroje se řemeslná dílna změnila na továrnu. První jméno firmy znělo „První východočeská výroba kočárů Jos. Sodomky ve Vysokém Mýtě“. Výrobky firmy Sodomka si díky vysoké kvalitě a přiměřené ceně získaly velmi dobré jméno nejen doma, ale i v zahraničí. Vyrábělo se obvykle podle ideového náčrtu a sestavných výkresů v měřítku 1:1. Dřevěná kostra se dotvarovala lipovým dřevem, poté se potáhla pružným lněným plátnem namočeným v roztaveném klihu. Takto vzniklý podklad karosérie se tmelil, lakoval a brousil. První světová válka přinesla firmě stagnaci. Většina zaměstnanců nastoupila na vojenskou službu, sám Josef Sodomka pracoval v závodu pro válečnou výrobu Laurin & Klement v Mladé Boleslavi [3,4].



Obr. 2 Kárka [5].



Obr. 3 Saně [5].



Obr. 4 Landauer [5].

Po vzniku Československé republiky v roce 1918 se mohl opět vrátit ke své práci v civilní výrobě. Dynamiku výroby se mu však nepodařilo okamžitě obnovit, obtíže způsobovala poválečná krize a tvrdá konkurence. Proto bylo nutné hledat nový perspektivní výrobní program. Staly se jím výroba a úpravy automobilových karosérii, firma si díky němu získala úspěch a uznání. Za touto novou myšlenkou stál syn zakladatele firmy Josef Sodomka ml., který vystudoval odbornou kočárnicko-karosářskou školu a získal zkušenosti u firmy Laurin & Klement v Mladé Boleslavi [3, 4].

V roce 1925 začaly práce na prvních automobilových karosériích. Původní zhotovené karosérie byly neplechové, šlo o dřevěné kostry potažené imitací kůže. Rozvoji napomohla objednávka automobilky PRAGA na výrobu 25 kusů dřevěných koster pro karoserie PRAGA Piccolo [3, 4]. Protože vzrůstala poptávka

po nových autobusech, rozhodl Josef Sodomka o stavbě první autobusové karosérie na podvozku ŠKODA 125, kterou sám navrhl.

Počátkem 30. let Josef Sodomka ml. firmu po svém otci převzal. Přestal vyrábět karosérie autobusů a zásadně změnil křivky karosérii osobních automobilů. Převažoval sportovní aerodynamický charakter, který zvýrazňovaly oblé tvary, protažené přední blatníky, zapuštění reflektorů a sklonění masky chladiče. Takto vyrobená auta byla velmi žádaná a získala si značnou oblibu. O spolupráci projevila zájem např. významná firma Walter [3, 4].

V druhé polovině 30. let obdržely karosérie z Vysokého Mýta mnohá ocenění. Velký vliv na to měl svébytný Sodomkův karosářský styl, srovnatelný se stylem špičkových italských a francouzských karosáren. Firma se postupně rozšiřovala a v roce 1936 získal Josef Sodomka živnostenský list na tovární výrobu. Nově navázaná spolupráce s firmou Aero přinesla mnoho zajímavých karosérii na podvozcích Aero 30 a Aero 50 [3, 4]. Sportovní kabriolety smíšené konstrukce dřevo-kov vyvolaly mimořádně příznivý ohlas.

V roce 1937 se znovu objevil zájem o výrobu karoserií autobusů. Začaly se vyrábět Autobusové karosérie se smíšenou konstrukcí dřevo-kov na podvozcích Tatra 28, které předznamenaly následující výrobu první série autobusů na podvozcích ŠKODA 606. Ještě před vypuknutím druhé světové války bylo vyrobeno několik městských autobusů na podvozku Praga NDO [3, 4].



Obr. 5 Aero 30 Coupé [6].



Obr. 6 Aero 50 Dynamic [7].



Obr. 7 Škoda 125 [3].



Obr. 8 Škoda 606 [4].

Válečná léta 1939 – 1945 ochromila a později zastavila návrhy a výrobu karosérii osobních automobilů, závod se zaměřil na výrobu karosérii nákladních

a autobusových. V těchto letech bylo vyrobeno mnoho typů autobusů na podvozcích Praga RN. Vznikaly se i trolejbusy, sanitky, chirurgické vozy, také obytné přívěsy.. V roce 1945 se pro Rudou armádu konstruovaly nákladní automobily na podvozcích Škoda. Od roku 1946 se v závodě vyráběly hlavně autobusy a autokary Škoda 256 B, Škoda 606 DN, Škoda 706 RO a Praga NDO [3, 4].



Obr. 9 Praga NDO [8].



Obr. 10 Škoda 256 B [3].

Výrazný přelom přinesl rok 1948, kdy byla firma Josefa Sodomky znárodněna a přejmenována na Karosu. Závod se postupně začal orientovat výlučně na autobusy, vyráběly se typy Škoda 706 RO. Technologie byla na úrovni speciálních karosérií, například velké plechové výlisky se vyráběly pomocí jednoduchého lisu se spodním tahem na dřevěných okovaných maketách. Takový postup byl velmi pracný, protože se výlisky musely dokončovat ručně. Model Škoda 706 RO se vyráběl až do roku 1957, kdy dodavatel podvozků LIAZ Mnichovo Hradiště provedl rekonstrukci podvozků RT a proto i Karosa přistoupila k přepracování celé karoserie [3, 4]. Vzniklý nový typ autobusu nesl název Škoda 706 RTO .

V roce 1958 doznala mnohých novinek technologie. Progresivní konstrukce velkých svařovacích přípravků zvýšila přesnost, zlepšila přístup pro svařování a zkrátila upínací čas použitím pneumatického upínání. Změnila si i technologie montáže. Karoserie byla rozdělena na spodní a horní část, které se spojily v konečné fázi. Ve srovnání s dřívější produkcí se tím vším výrazně snížila i namáhavost práce. Postupem času přicházelo do výroby mnoho různých variant, které se lišily výbavou i technickými detaily. Za zmínku stojí i vývoj prototypu prvního kloubového autobusu Š 706 RTO-K [3, 4]. K sériové výrobě ale nedošlo, protože v té době se dopravci orientovali na autobusové přívěsy.



Obr. 11 Škoda 706 RO[4].



Obr. 12 Škoda 706 RTO[4].



Obr. 13 Škoda RTO-K [4].

Potřeby hromadné dopravy ve velkých městech republiky přiměly vládní orgány k usnesení o vývoji a výrobě městského autobusu o délce 11m. Na základě tohoto úkolu byl v roce 1966 navržen autobus typového označení ŠM 11. Autobusy ŠM 11 se sériově vyráběly v novém karosářsko-montážním provozu. Technologie výroby autobusů této řady byla v té době unikátní. Šest hlavních panelů autobusů (rám podvozku, oplechované boky karosérie, oplechovaná střecha, přední a zadní panel) se vyrábělo v samostatných svařovacích linkách, až později se všechny díly svařovaly dohromady (viz obr. 15). Samonosné karoserie ŠM 11 byly sestaveny z panelů sešroubovaných s příhradovým roštem, přičemž mechanické části, byly zavěšeny přímo na rám. Boční stěny karoserie kryl ocelový plech, střechu hliníkový. Autobusy byly vybaveny ležatým motorem LIAZ typu ML 634 uloženým pod podlahou mezi nápravami. Automatická převodovka Praga a vzduchové pérování posilovaly nový trend vývoje a stavby této řady autobusů. Později vzniklo mnoho variant, např. kloubový autobus ŠM 16,5 m, dálkový autobus ŠD 11 - Evropabus či Bibliobus [3, 4]. Produkce této populární řady skončila v roce 1981.



Obr. 14 ŠM 11 – prototyp [4].



Obr. 15 Panelová stavba karosérie ŠM [4].



Obr. 16 Karosa ŠM 11 – Kloubové provedení nebo ŠD 11 [4].

Ve stejných a částečně rekonstruovaných provozech byla v roce 1981 zahájena sériová výroba autobusů řady Š 730. Při ní se též uplatnil systém panelové stavby, technické řešení však doznalo řady změn. Zásadní inovací bylo přemístění motorů a převodovky za zadní nápravu, čímž se snížil hluk v autobuse. Počet vyráběných lisovaných dílů se snížil, profily pro karosérie se nakupovaly. Začalo se používat jednoúčelových strojů především v oblasti dělení materiálů, zavádění NC strojů pro obrábění dílů a budování robotizovaných pracovišť. Základním představitelem řady 730 se stal meziměstský linkový autobus Karosa C734, jehož hnací jednotkou byl horizontální motor LIAZ ML 636 s turbodmychadlem ve spojení s mechanickou převodovkou. Na tento typ navázaly městské autobusy Karosa B 731 s automatickou převodovkou, meziměstské autobusy Karosa C 735, dálkové autobusy Karosa LC 736 a kloubový autobus C 744. Během následných let se autobusy řady 730 modifikovaly. Z karosářského hlediska se nejvýznamněji změnilo zasklení dálkových autobusů. Boční skla byla dvojitá, upevněná lepením do karoserie. Od roku 1992 se k snížení škodlivých plynů začal montovat katalyzátor, k zvýšení bezpečnosti antiblokovací zařízení ABS-ASR [3, 4].



Obr. 17 Karosa C734 [4].



Obr. 18 Karosa LC 736 [4].



Obr. 19 Karosa C 744 [4].

Těsně před svým stoletým výročím vstoupil podnik do nové etapy své historie. V roce 1993 byla Karosa privatizována, hlavní podíl akcií získala francouzská firma Renault V. I. Již v roce 1994 se začaly vyrábět autobusy řady 730 s motory Renault a koncem tohoto roku byl zahájen vývoj nové výrobní řady 900. Jednalo se o modernizaci a přestavbu výrobní řady 700, jež spočívala zejména v modernizaci designu, větším pohodlí pro cestující i řidiče, zlepšení bezpečnosti a životnosti autobusů Karosa. Všechny typy autobusů (linkové, dálkové i turistické) byly uvedeny na trh v roce 1996 a na začátku roku 1997. Hlavními představiteli této řady byly typy městský autobus B 931E a dálkový autobus LC 936 E [3, 4].



Obr. 20 Městský autobus B 931E [9].



Obr. 21 Dálkový autobus LC 936 E [10].

Dne 1. prosince 1999 vznikl z italské firmy Iveco a francouzského Renault V. I. společný podnik Irisbus Holding S.L., který získal 94 % akcií Karosu. V květnu 2000 byla postavena nová lakovna. Zprovoznění nové lakovny na povrchové úpravy skeletů i dalších dílů autobusů kataforézou přivedlo změnu některých léta používaných technologických postupů. Zásadní rekonstrukcí prošly dílny na zpracování plechu, profilů a zejména svařovna, protože autobusy se začaly vyrábět skeletovým způsobem místo panelového. Díky těmto změnám a spojení vývojových center zmíněných dvou firem mohly vzniknout inovované výrobky řady 950 a nové modelové řady ARES [3, 4].



Obr. 22 městský autobus B 951E [11].



Obr. 23 Meziměstský autobus C 954E [12].

V roce 2004 se Karosa začlenila do skupiny Iveco. Iveco se stalo 100% vlastníkem Irisbusu a pro Karosu to znamenalo podstatné rozšíření obchodní politiky a konstrukce výrobků, konstruktéři Karosu se výrazným způsobem podílí na společných projektech navrhování nových typů autobusů. Ještě v tomto roce

se začal vyrábět nový městský autobus Citelis, linkový autobus Arway a Crossway.

V roce 2007 se po 58 letech pod značkou Karosa firma přejmenovala na *Iveco Czech Republic, a. s.* V dalších letech byl navržen meziměstský autobus Low Entery a firma začala vyrábět autobusy nepřekračující emisní normy Evropské unie. Zatím posledním vývojovým stupněm je emisní norma Euro VI. Poslední velkou změnou ještě před uvedením nové emisní normy bylo přejmenování firmy na Iveco Bus.



Obr. 24 Arway [13].



Obr. 25 Low Entery [14].



Obr. 26 Citelis [15].

2 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI

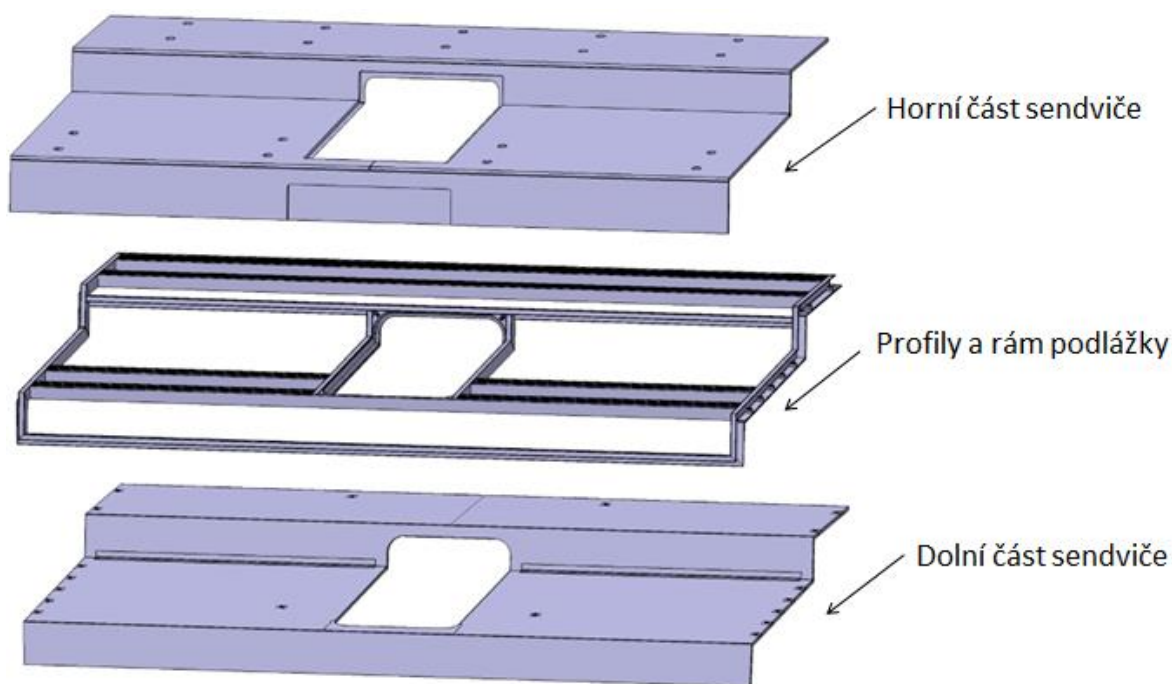
V této kapitole je rozebrána sestava z hlediska konstrukčního a technologického. Konstrukční rozbor se zabývá jednotlivými vrstvami sendviče, materiálem a účelem součástky v autobuse. Technologický rozbor stávající výrobou součástky ve firmě.

2.1 Konstrukční rozbor součástky

Sestava zadaná firmou Iveco Bus se nazývá sendvič. Skládá se ze tří hlavních částí, spojených lepenými spoji (viz obr. 27):

- horní část,
- profily a rám podlážky,
- spodní část.

Závěr konstrukčního rozboru je doplněn o umístění a účel sestavy sendviče v autobusu.

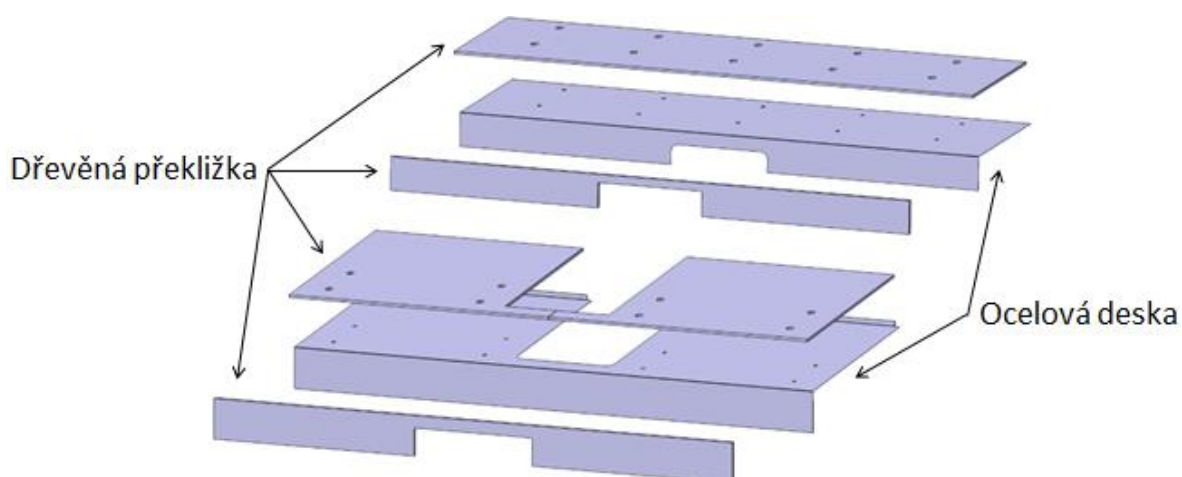


Obr. 27 Hlavní podsestavy sendviče.

Sestava sendviče je konstrukčně velmi složitá. Uvedené části se skládají z dalších vrstev, ty jsou detailněji rozebrány níže.

- **Horní část**

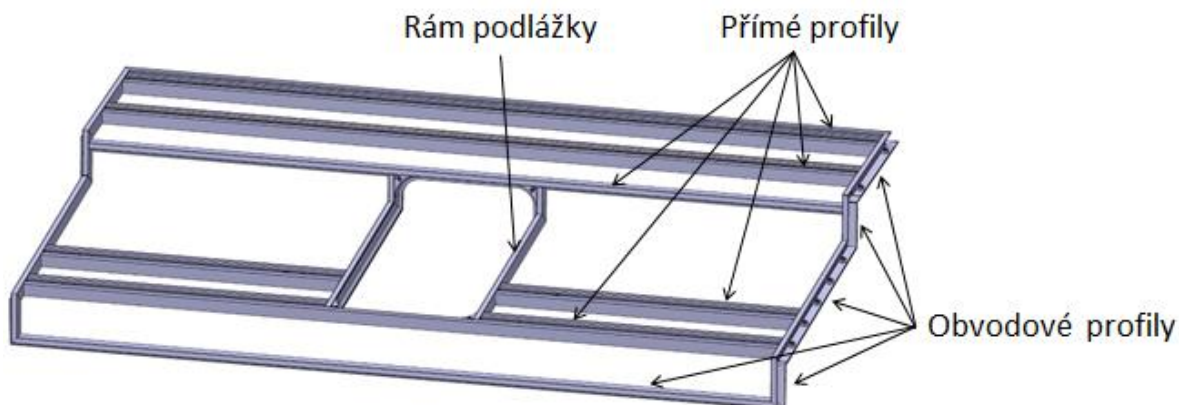
Horní část je složena z žárově zinkované ocelové desky (viz příloha 8), na jejíž vrchní část se lepí dřevěné překližky (viz příloha 9), rozloženou část ukazuje obr. 28.



Obr. 28 Rozložení horního části sendviče.

- **Profily a rám podlážky**

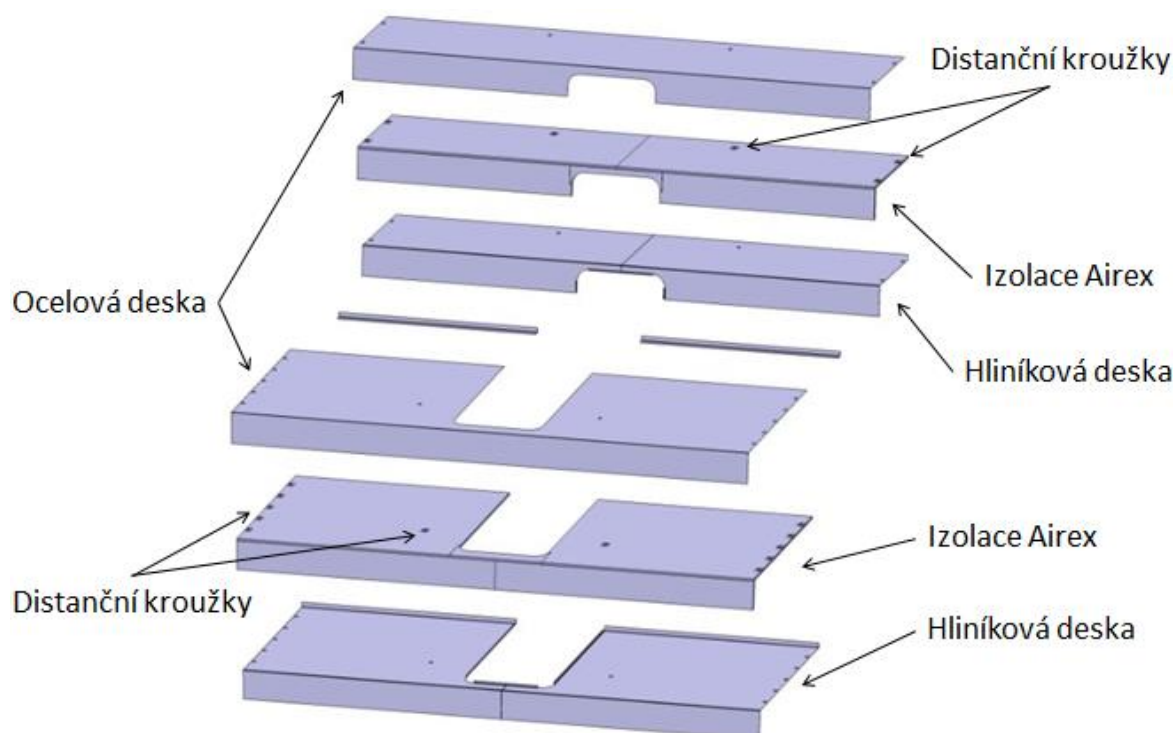
Uprostřed sendviče je rám podlážky s profily (viz obr. 29). Používají se dva druhy profilů, přímé a obvodové. Do přímých profilů jsou vloženy matice (viz příloha 14) držící autobusové sedačky. Na obvodové profily se nalepují lišty s maticemi, za které se uchycuje šrouby celá sestava na kostru autobusu. Mezery mezi jednotlivými profily se vyplňují izolací (viz příloha 12). Materiál profilů je tvořen sklolaminátem, speciálně vytvořeným a odzkoušeným pro výrobu sendviče.



Obr. 29 Rám podlážky s profily.

- **Spodní část**

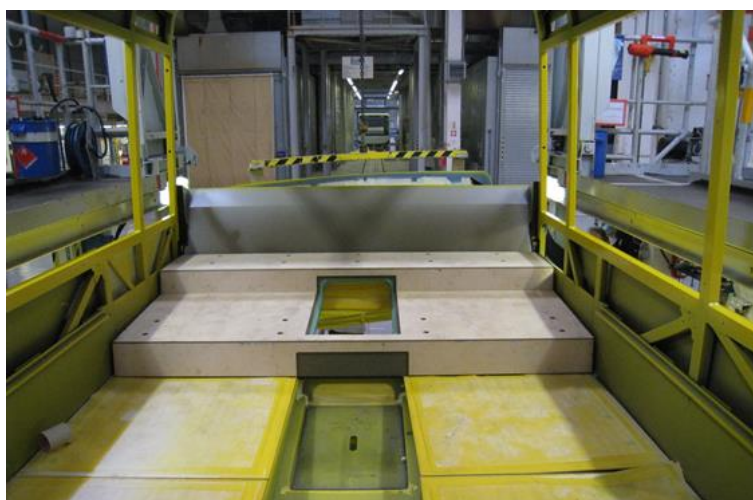
Na obr. 30 je zobrazeno složení vrstev spodní části sendviče. Vrchní vrstvu tvoří žárově zinkovaná ocelová deska, na její spodní část se lepí izolace Airex (viz příloha 10). Na tu se lepí hliníková deska (viz příloha 11). Hliník se používá pro dobré adhesní vlastnosti, potřebné pro lepení spodní části sendviče s izolací potaženou kontaktní tkaninou (viz příloha 13), odolávající primárnímu motorovému žáru. Do prostřední vrstvy se vkládají distanční kroužky (viz příloha 16). Ty slouží k neporušení integrity izolace Airex o závitě šroubů držící sendvič na podvozku autobusu.



Obr. 30 Rozložení spodní části sendviče.

Umístění sendviče v autobusu

Sestava je umístěna v zadní části autobusu (viz obr. 31), slouží k tepelné izolaci podlahy od žaru motoru a odhlučnění. Na horní část se deseti šrouby montuje pětimístná sedačka, poslední řady dvojmístných sedaček drží šrouby čtyři. Stávající konstrukční řešení je výhodné v monolitu podlahy a izolace. U starších typů autobusů tvořila izolace a podlaha samostatný díl, což vedlo ke složitější konstrukci a k pracnější instalaci do autobusu. Sendvič se montuje do autobusu typu Arway (viz příloha 1) a upravená forma do typu Low-Entry s emisní normou Euro 6.



Obr. 31 Umístění sendviče v autobuse.

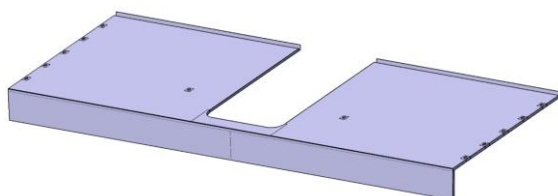
Sendvič obsahuje mnoho tvarově složitých dílů. Popisy hodnot rozměrů slepovaných dílů a jejich umístění jsou přiloženy v příloze 2 až 7 v podobě výkresové dokumentace.

2.2 Technologický rozbor součástky

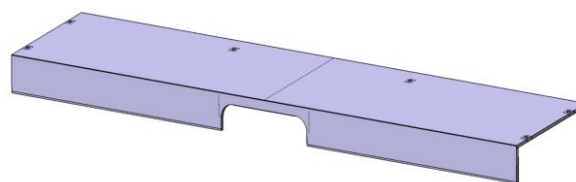
Pro přehlednost je výroba rozdělena do podkapitol. V jednotlivých tabulkách je vysvětlena příprava dílů na lepení a vzájemné slepení. Celá sestava se pouze lepí, vyjma montáže středové lišty, která se nýtuje.

2.2.1 Lepení spodní části sendviče

Podsestava se skládá ze dvou hlavních dílů, předního (viz obr. 32) a zadního (viz obr. 33). Tyto dva díly se skládají z jednoho ohnutého plechu (poz. 010-020), na který se lepí izolace Airex (poz. 030 a 040). Na izolaci se zespodu lepí hliníkové desky (poz. 070). Po slepení předního a zadního dílu se lepí díly k sobě. Postup výroby je vysvětlen v tab. 2.



Obr. 32 přední spodní díl.



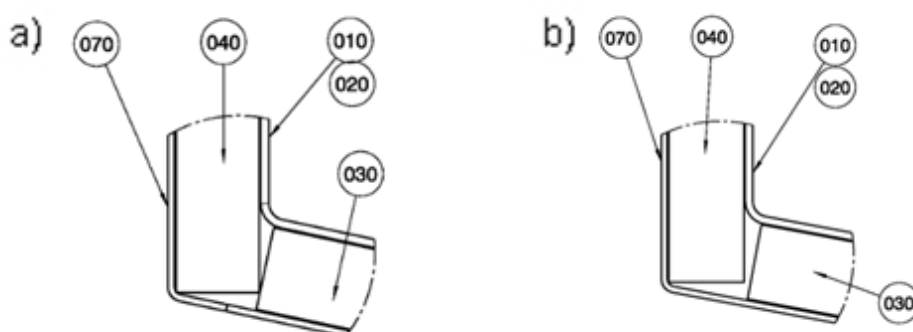
Obr. 33 zadní spodní díl.

Přední i zadní díl sendviče se vyrábí za stejného technologického postupu, odlišnost je v rozměrech dílců, které se jinak ustavují dle výkresu, a počtu distančních kroužků (viz příloha 15). Pro přední dílec je jich 12 ks a pro zadní 6 ks.

Tab. 2 Postup výroby spodního dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Díl poz. 010-020 oblepit po obvodě maskovací páskou, která zamezuje vytékání lepidla do lepicího lůžka (viz obr. 35).	MT-D50 šířky 60mm
3	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem na lepení.	viz příloha 16
4	Díl založit do lepicího lůžka lepenou plochou nahoru.	poz. 010-020
5	Díl uložit na pracovní stůl lepenou stranou nahoru.	poz. 070
6	Nanést a rozetřít lepidlo na díly poz. 010, 020 a 070.	lepidlo Scotch-Weld 7256 B/A
7	Vložit do lepicího lůžka a ustavit ostatní díly dle výkresu (viz obr. 34).	poz. 030 (2 ks), 040 (2 ks), 050 a 070

8	Zasadit distanční kroužky poz. 60.	viz příloha 15
9	Nechat vytvrdnout 120 minut.	
10	Po slepení přední a zadní díl vyndat z lepicího lůžka a odstranit lepicí pásku.	
11	Díl poz. 010 položit na sestavný stůl.	viz obr. 44
12	Do hrany dílu poz. 010 nanést lepidlo a ustavit díl poz. 020 dle výkresu.	lepidlo Acralock SA 10 - 20
13	Na díl poz. 030 nanést lepidlo a ustavit dle výkresu.	lepidlo Acralock SA 10 - 20
14	Dále ustavit všechny profily dle výkresu.	výroba detailněji vysvětlena v tab. 5
15	Nechat vytvrdnout 45 min.	
Legenda: Příloha 2. krok 7 a 8 výkres 1,2 Příloha 2. krok 11 až 13 výkres 3		



Obr. 34 Detaily spojů. a) přední spodní díl, b) zadní spodní díl.

Založení dílů spodní části sendviče poz. 010-020, 030, 040 a 070 do lepicího lůžka je zobrazeno na obr. 35. Po usazení všech dílů se lepicí lůžko zavře. Nechá se vytvrdnout při $p = 100 \text{ kPa}$. Horní část (překližka, plech) se nechává vytvrdnout při $p = 300 \text{ kPa}$. Doba vytvrdnutí obou částí sendviče trvá 120 min. Lepicí lůžko je uloženo na otočném podstavci, na kterém se nachází celkově 5 lepicích lůžek, umístěných do kruhu. Před uložení dílů do lůžka se otočí na stranu, kde jsou umístěny palety se všemi díly. Díky možnosti otáčení nemusí pracovník chodit s díly moc daleko. Na obr. 35 je dále zobrazen způsob, jakým je podsestava po obvodu oblepena modrou maskovací páskou. Páska zabraňuje vytečení lepidla do lepicího lůžka.

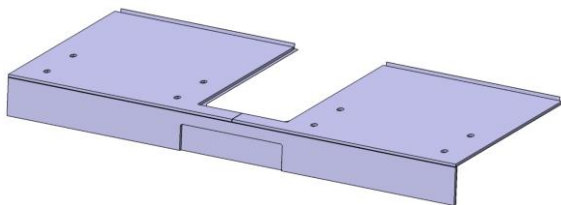


Obr. 35 Založení zadní spodní části sendviče do lepicího lůžka.

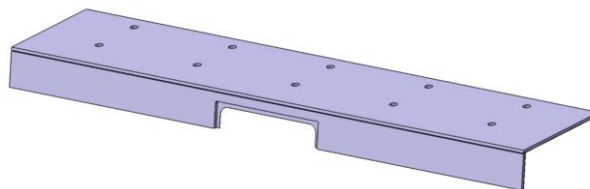
2.2.2 Lepení horní části sendviče

Podsestava se skládá ze dvou hlavních dílů předního (viz obr. 36) a zadního horního dílu (viz obr. 37), ty se dále skládají z dvou typů materiálů, dřevotřísky a ocelového plechu. Dřevotřísková vrchní vrstva (poz. 020 a 030) je přilepena k spodní vrstvě z ocelového ohnutého plechu (poz. 010).

Přední a zadní díl se k sobě neslepují, lepí se jako poslední na podsestavu, složenou z profilů a rámu podlážky, nalepených na dolní část sendviče. Slepění této podsestavy je vysvětleno v tab. 3.



obr. 36 Přední horní díl.



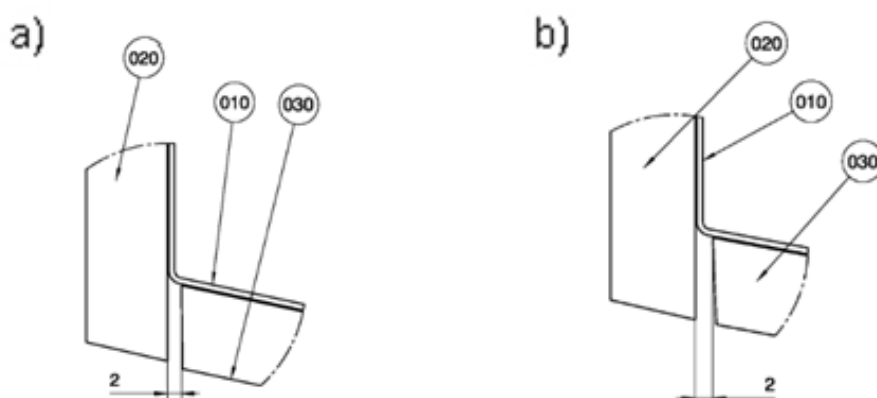
obr. 37 Zadní horní díl.

Přední i zadní díl sendviče se připravuje a lepí za podobného technologického postupu. Rozdíl je mezi housenkami nanesenými na díl poz. 010 zubovou stěrkou ve vzdálenosti od sebe cca 3 cm namísto 1,5 cm a v ustavení dílů poz. 020 a 030 na jiný požadovaný tvar dle výkresu.

Tab. 3 Postup lepení horního dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly na lepení odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Díly poz. 010, 020 oblepit po obvodě maskovací páskou zabraňuje vytékání lepidla do lepicího lůžka.	MT-D50 šířky 60mm
3	Díl založit do lepicího lůžka.	poz. 010
4	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem na lepení.	viz příloha 16
5	Nanesení a rozetření lepidla Scotch-Weld 7256 B/A na díly.	poz. 020 a 030
6	Ustavit díly dle výkresu (viz obr. 38).	poz. 020 a 030
7	Nechat vytvrdnout 120 min.	
8	Po slepení přední a zadní díl vyjmout z lepicího lůžka a odstranit lepicí pásku.	
9	Slepené části položit do palety na další použití.	

Legenda: Příloha 3. výkres 1, 2 krok 6



Obr. 38 Detaily spojů ustavování. a) přední horní díl, b) zadní horní díl.

2.2.3 Lepení profilů

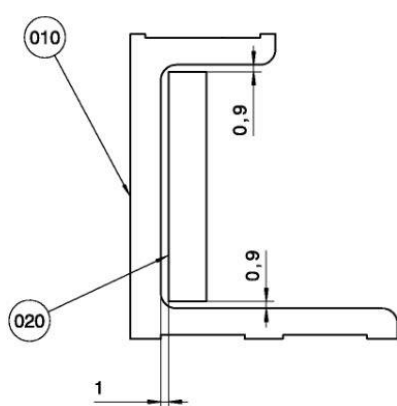
V sendviči se používají dva typy profilů, přímé a obvodové. V tab. 4 je vysvětlen postup přípravy a lepení přímých a obvodových profilů. Všechny přímé profily se lepí stejným postupem. Odlišují se v umístění matic, na které se připevňují sedačky.

Tab. 4 Postup lepení přímých profilů a příprava k lepení obvodových profilů.

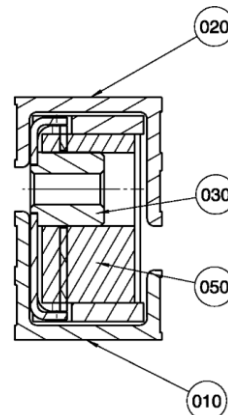
Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350

2	Na lištu ze sololitu nalepit oboustrannou lepicí pásku. Pásku nalepit tak, aby nezasahovala do žádného výřezu po stranách.	poz. 020
3	Strhnout krycí pásku na vnitřní stranu přímého profilu, nasadit vymežovací dorazy a nalepit lištu ze sololitu dle výkresu (viz obr. 39). Lištu přitlačit.	poz. 010 a 020
4	Na lepicí stůl ustavit profil se sololitovou lištou.	poz. 010
5	Do profilu vložit díly matic a izolací dle výkresu (viz obr. 40).	poz. 030 (7 ks) a 050 (2 ks)
6	Do vzduchové lepicí pistole (viz příloha 16) vložit kartuši s lepidlem a nasadit mísič.	lepidlo Acralock SA 10 – 05
7	Nanést lepidlo a ustavit díl poz. 040 dle výkresu.	
8	Díl poz. 020 umístit dle výkresu a zajistit upínkami.	viz obr. 40
9	Nechat vytvrdnout min. 15 min.	
10	Po vytvrdnutí rozepnout upínky a slepené přímé profily odložit do sadovacího vozíku k dalšímu použití.	
11	Všechny boční profily a vnější plochy lišt v místě lepení odmastit a obrousit.	poz. 200 a 210 (2x)
12	Na vnější plochy lišt s maticemi nanést lepidlo	lepidlo Acralock SA 10 – 05
13	Usadit lišty s maticemi na obvodové profily dle výkresu	poz. 200 a 210
14	Nechat vytvrdnout 15 min.	
15	Po vytvrdnutí profily odložit do sadovacího vozíku k dalšímu použití.	

Legenda: Příloha 4. krok 2 a 3 výkres 1
Příloha 4. krok 3 až 8 výkres 2
Příloha 5. krok 13



Obr. 39 Řez přímého profilu s lištou



Obr. 40 Řez slepeného přímého profilu.

2.2.4 Lepení profilů a spodního dílu sendviče k rámu podlahy

Nejprve se lepí po obvodě profily k rámu podlahy poz. 300. Rám se oblepuje profily pro zarovnávání nepravidelnosti tvaru, což usnadňuje lepení slepených přímých profilů. Dalším krokem je nalepení rámu na spodní část sendviče. Operace se provádí co nejpřesněji, rám podlahy tvoří základnu celého lepení profilů. Následně se lepí všechny přímé profily a nakonec profily obvodové. Profily se lepí jak na rám podlahy, tak i na spodní část sendviče dle výkresu (viz obr. 41). Celý postup je vysvětlen v tab. 5.

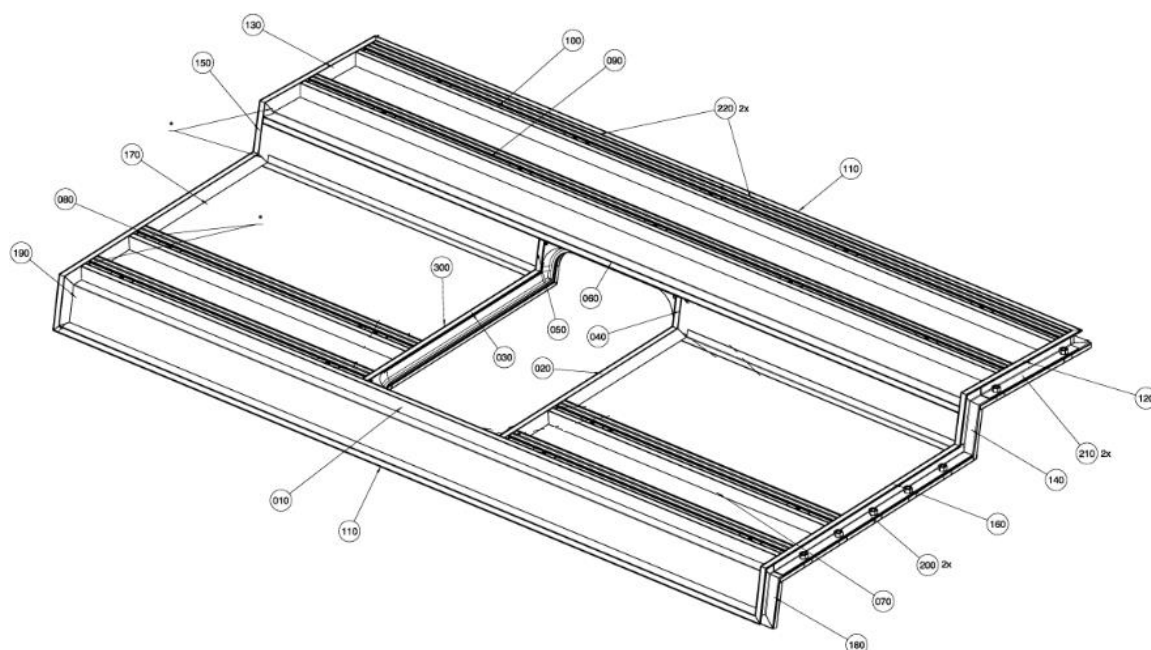
Tab. 5 Postup lepení profilů k rámu podlahy a spodnímu dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly na lepení odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Do vzduchové lepicí pistole (viz příloha 16) vložit kartuši s lepidlem a nasadit mísič.	lepidlo Acralock SA 10 - 05
3	Na přípravný stůl uložit rám podlahy a nalepit lepidlem značky Acralock SA 10 – 05 profily po obvodě dle výkresu, zajistit svěrkami.	poz. 020, 030, 040, 050 a 300
4	Nechat vytvrdnout min 15 min.	
5	Díl poz. 005 (celá spodní část sendviče) je uložen na sestavném stole (viz obr. 44), nalepit rám podlahy poz. 300 dle výkresu.	výroba dílu poz. 005 vysvětlena v tab. 2
6	Nalepit lepidlem Acralock SA 10 – (05 a 20) postupně všechny přímé a boční profily. Profily lepit k rámu podlahy a spodního dílu sendviče dle výkresu. (viz obr. 41). Všechny díly zajistit mechanickými svěrkami.	poz. 005, 010 - 190
7	Nechat vytvrdnout min 45 min.	
8	Po vytvrdnutí odepnout mechanické upínky.	
9	Mezi profily ustavit izolace dle výkresu.	poz. 010 - 070
10	Na podsestavu poz. 005 nejdříve nalepit přední horní díl poz. 010, následně zadní horní díl poz. 020. Zajistit mechanickými svěrkami.	výroba dílu poz. 010 vysvětlena v tab. 3
11	Nechat vytvrdnout 45 min.	
12	Uvolnit upínky a celou slepenou sestavu pomocí manipulátoru přenést na dokončovací sestavný stůl.	viz obr. 43

Legenda: Příloha 5. krok 3, 5, 6

Příloha 6. krok 10

Příloha 3. výkres 3 krok 11



Obr. 41 Ustavení profilů dle výkresu.

2.2.5 Dokončovací operace

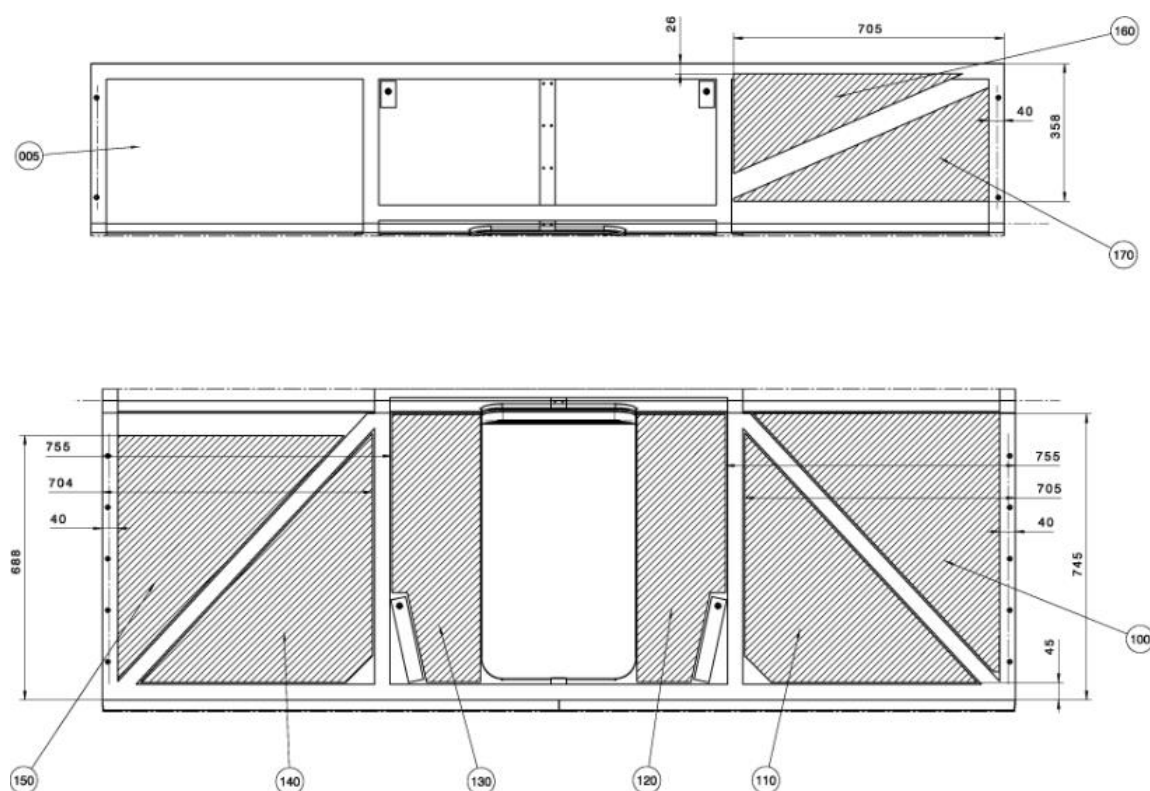
Posledními kroky ve výrobě sestavy sendviče jsou montáž středové lišty a lepení izolací ze skelné minerální vaty (viz příloha 12). Postup těchto dvou operací je vysvětlen v tab. 6. Po nalepení izolací se celá sestava položí na paletu. Na paletě je potom odvezena na výrobní linku, kde je sendvič připevněn do autobusu.

Tab. 6 Postup nýtování středové lišty a lepení izolací.

Krok	Operace	Poznámka
1	Sendvič na dokončovacím sestavném stole zajistit mechanickými upínkami.	viz obr. 43
2	Sendvič poz. 005 otočit o 180° motorovou stranou nahoru.	viz obr. 43
3	Dle výkresů ustavit středové lišty.	poz 180 a 190
4	Vyvrtnat 12 krát díru průměr 5 mm v lištách.	
5	Lišty sejmout a vyvrtné díry a lišty důkladně očistit od špon.	
6	Znovu ustavit lišty a všechny díry zanýtovat nýty.	poz. 200
7	Plochy určené k lepení aktivovat přípravkem.	
8	V aplikační pistoli roztavit teplotu lepidla na 150-160 °C.	SikaMelt-9670
9	Bodově nanést lepidlo na jednotlivé díly izolací (průměr bodů lepidla musí být 25 mm).	poz. 100 - 180
10	Ustavit izolace dle výkresu (viz obr. 42).	

11	Po ztvrdnutí lepidla sejmout šablonu a všechny hrany dílů izolace zatmelit tmelem.	Sikaflex 221 bílý
12	Otočit sestavu nazpět.	
13	Celý sendvič pomocí manipulátoru odložit na paletu.	manipulátor 2RM 250 P
14	Přemístit sendvič na výrobní linku.	

Legenda: Příloha 7. krok 3 (step 1)
Příloha 7. krok 9, 10 (step 3)



Obr. 42 Ustavení izolaci dle výkresu.



Obr. 43 Otáčení dokončovacího sestavného stolu motorovou stranou nahoru.

3 FORMULACE PROBLÉMU VE VÝROBĚ

Současná technologie výroby sestavy sendviče (viz kapitola 2) se potýká s mnoha výrobními problémy. Problémy jsou rozděleny do podkapitol s následným vypracováním možné varianty řešení:

- úprava sestavného stolu na kompletaci sendviče,
- výběr levnějších lepidel,
- změna na levnější materiál lišty na vymezení matic v profilech.

3.1 Úprava sestavného stolu na kompletaci sendviče

Na sestavném stole (viz obr. 44) se ustavují a lepí profily dle výkresu. Stůl má požadovaný tvar spodní a horní části sendviče. Je vybaven mechanickými upínkami umístěnými na rámových konstrukcích [16]. Na sestavném stole jsou použity dva typy rámových konstrukcí, otočné připevněné přímo k sestavnému stolu, nebo rámové konstrukce, které se na stůl dávají ručně.



Obr. 44 Sestavný stůl před uložením dílu.

3.1.1 Současný stav

Jedním z největších problémů ve výrobě sendviče je současná neuspokojivá varianta upínání na sestavném stole (viz obr. 45). Vzniká zde mnoho problémů:

- zastaralé upínání,
- dlouhé časy utahování,
- prohýbání rámu.



Obr. 45 Současný stav upnutí sestavného stolu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o rozsáhlou problematiku, jsou problémy detailněji popsány níže.

- **Zastaralé upínání**

Současně používaná varianta sestavného stolu dostatečně neupne všechny díly sendviče, důvodem je používání zastaralých mechanických upínek. Upínky jsou na sebe vázány pomocí rámových konstrukcí. Ty jsou buď otočné, umístěné na přední a zadní části sestavného stolu, nebo ruční, umístěné v části prostřední. Oba typy rámových konstrukcí jsou ke stolu připevňovány pomocí zajišťujících čepů, umístěných po obvodu stolu.

- **Dlouhé časy utahování**

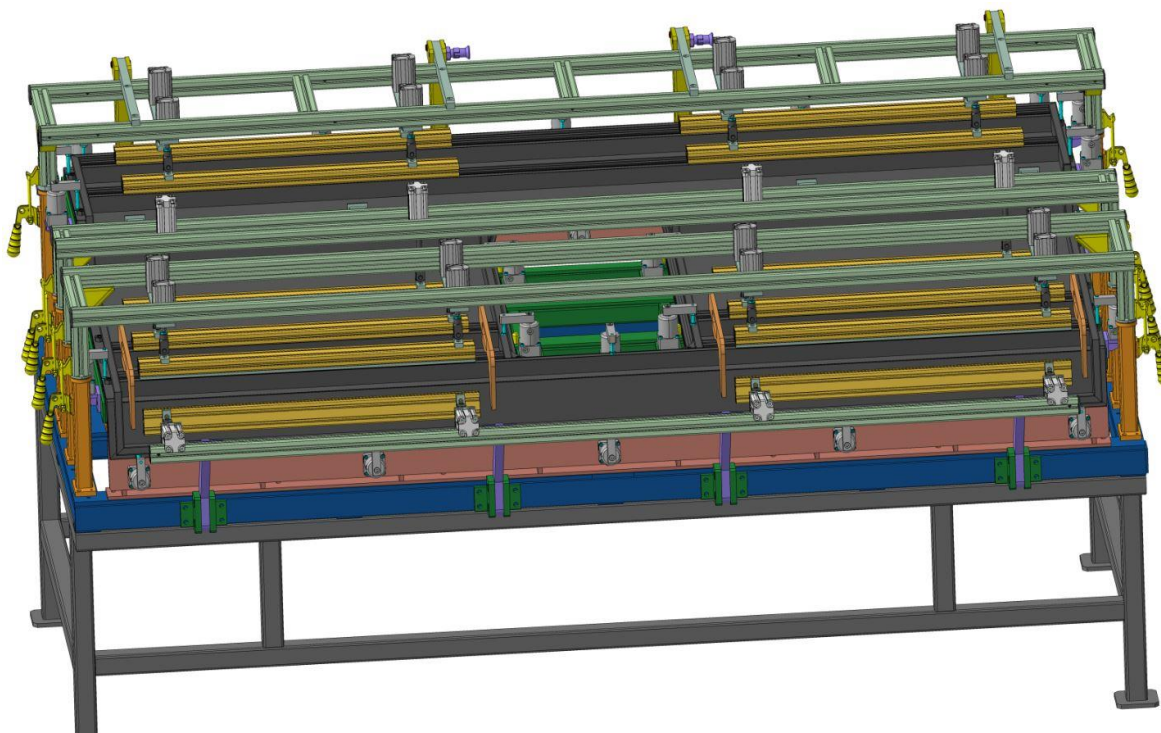
Po zajištění rámu je třeba utáhnout upínky, což je prováděno za pomoci momentového utahováku (viz příloha 17). Utahování upínek v řadě způsobuje, že utahování jedné větší silou zapříčiní povolení sousedních, je proto nutné zajistit dotažení všech přibližně stejnou silou. Prováděné utahování zabere mnoho času.

- **Prohýbání rámu**

Na současné variantě sestavného stolu jsou na všech rámových konstrukcích použity nevhodné čtvercové profily z oceli ČSN 11 373. Při utahování upínek se rámy prohýbají nahoru. Na obr. 45 jsou znázorněny modré svěrky zabraňující prohýbání. Nasazování svěrek je náročné a zabere hodně času.

3.1.2 Řešení nové varianty

Nové řešení již bylo ve firmě částečně zpracováno, téma diplomové práce na tento postup navazuje. Byla realizována spolupráce s konstruktérem Pavlem Říhou, díky níž se dořešily zbývající problémy, a zhotovil se prototyp sestavného stolu zobrazeného na obr. 46.



Obr. 46 Návrh prototypu nové řešení sestavného stolu.

Navržené změny jsou tyto:

- nové upínání,
 - pneumatické válce,
 - výhodnější upínání ploch,
- krátké upínací časy,
- vyřešení prohýbání rámu,
 - nové profily,
 - nahrazení stávajících modrých upínek.

Vzhledem k tomu, že jde o rozsáhlou problematiku, je nové řešení detailněji popsáno níže.

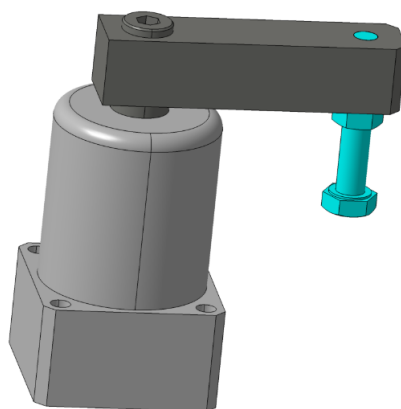
- **Nové upínání**

Nejvýraznější změna oproti staré variantě spočívá v použití upínání pomocí pneumatických válců. Pokládání rámových konstrukcí na sestavný stůl je stejné jako u staré varianty. Otočné rámové konstrukce se zajišťují pomocí čepů. Konstrukce uprostřed se pokládají ručně a zajišťují upínkami, na obr. 46 jsou zvýrazněny po stranách žlutou barvou.

- Pneumatické válce

Pneumatické válce jsou pomocí šroubů upevněny k rámové konstrukci nebo přímo ke stolu. Použity jsou dva druhy válců.

První typ pneumatických válců je otočný (viz obr. 47). Válce jsou umístěny po celém obvodu a uprostřed sestavného stolu, jsou upnuty přímo ke stolu v počtu 23 ks. Prostřední válce upínají rám podlážky a obvodové zajišťují přesnou polohu spodní části sendviče na sestavném stole. Účelem válců je vysunutí ramena, následné otočení o 90° a zasunutí zpět.



Obr. 47 Pneumatický otočný válec.

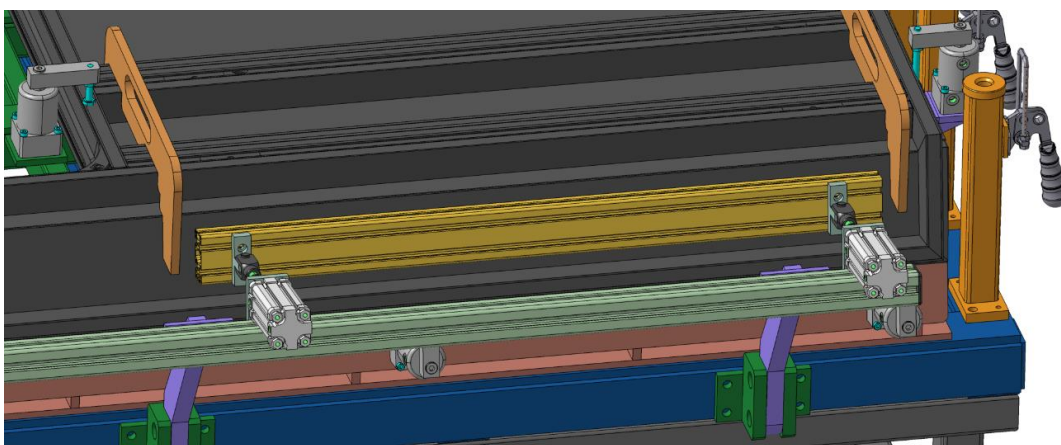
Druhým typem jsou válce přímé (viz obr. 48). Jsou představeny v několika variantách, liší se velikostí zdvihu a způsobem upevnění k rámové konstrukci. Ramena válců konají pouze přímočarý pohyb pro upnutí, válce jsou připevněny přímo k rámovým konstrukcím v počtu 30 ks.



Obr. 48 Pneumatický přímý válec.

- Výhodnější upínání ploch

Na konec ramen přímých pneumatických válců se mohou podélně připnout hliníkové profily, tím dojde ke zlepšení upínání ploch. Na obr. 49 je zobrazena přední otočná rámová konstrukce, kde je hliníkový profil (znázorněn zlatou barvou) spojen dvěma vzduchovými válci a upíná přední část sendviče.



Obr. 49 Detail připevnění hliníkového profilu na válec.

- **Krátké upínací časy**

Časová úspora vzhledem k předchozí variantě spočívá v pneumatickém systému, který sepne válce v jeden okamžik. Následně odpadá problém s mechanickým upínáním, při kterém se musí všechny svěrky utahovat přibližně stejnou silou.

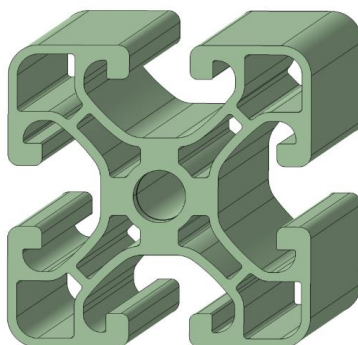
- **Vyřešení prohýbání rámu**

Prohýbání rámových konstrukcí u sestavného stolu je nutno vyřešit v co nejkratší době, ovšem realizace nového sestavného stolu zabere minimálně ještě jeden rok. Existují proto dvě možná řešení. První řešení je zpracováno pro novou variantu sestavného stolu, druhé je upraveno z jeho současné varianty na základě požadavků firmy pro okamžitou možnost zavedení do výroby.

- **Nové profily**

V nové variantě sestavného stolu je vyřešen problém prohýbání rámů směrem nahoru použitím nových hliníkových profilů na všech rámech (viz obr. 50). Dle konzultace s konstruktérem Pavlem Říhou by měly vyhovovat lépe než aktuálně používané čtvercové profily z oceli vhodné ke svařování ČSN 11 373. Díky záměně hliníku za ocel se budou rámové konstrukce snadněji pokládat na sestavný stůl.

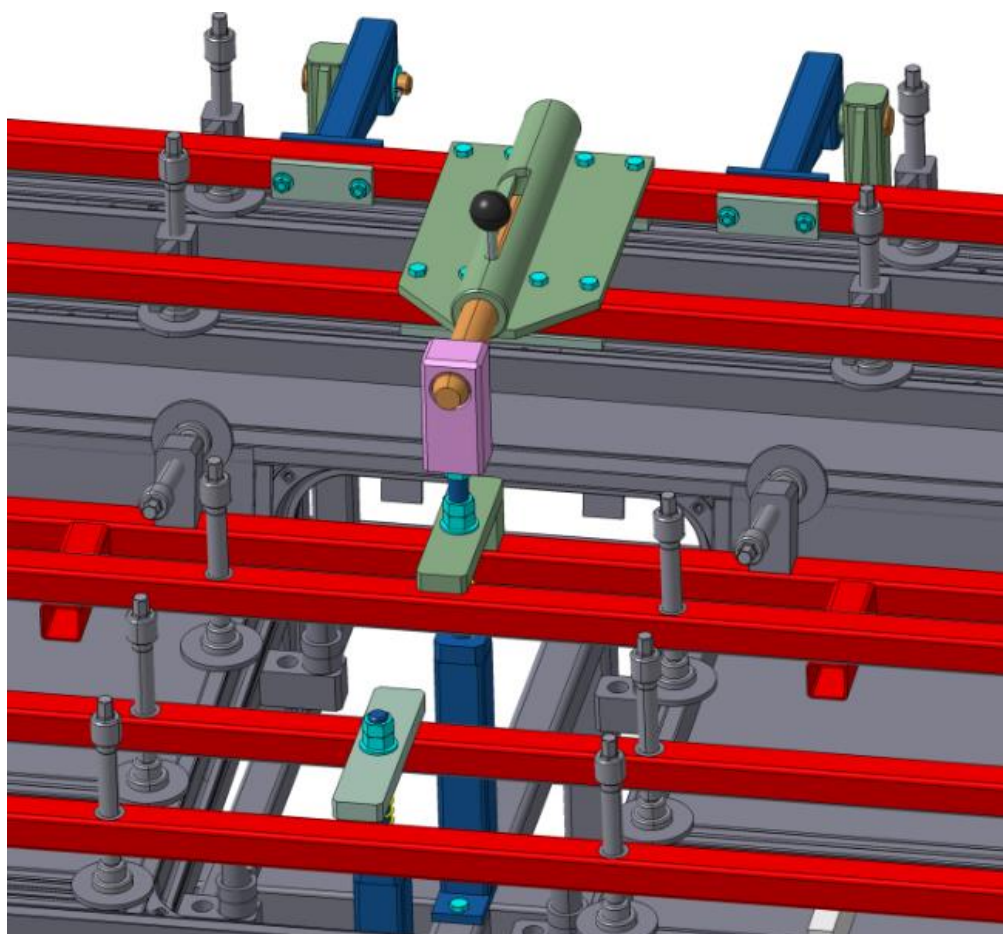
Pro maximální zamezení ohýbání jsou na předním a zadním otočném rámu připevněny čtyři podpěry místo současných dvou.



Obr. 50 Nový profil rámu.

- **Nahrazení stávajících modrých svěrek**

Jako bylo napsáno, realizace nové varianty sestavného stolu zabere ještě minimálně jeden rok. Problém s prohýbáním rámu je závažný a nynější stav jeho zamezení pomocí modrých svěrek (viz obr. 45) není stabilní, je proto navrženo možné rychlé řešení s použitím speciálního jisticího systému, vycházející se současné varianty sestavného stolu. Celý jisticí systém je zobrazen na obr. 51.



Obr. 51 Přechodné řešení za pomoci speciálního jisticího systému

Pro co nejmenší prohýbání rámu jsou přidány 4 podpěry, na obrázku zobrazeny modře. Podpěry jsou připevněny šrouby buď přímo ke stolu, nebo na zadní otočnou rámovou konstrukci. Tím odpadá problém se zdoluhavým nasazováním svěrek. Dále je na zadní otočné rámové konstrukci přišroubováno pomocí 8 šroubů tzv. jisticí zařízení, které zajišťuje, aby se neprohýbala žádná část zadní konstrukce.

3.2 Výběr levnějších lepidel

Při slepování sestavy sendviče se používají 4 druhy lepidel. Sestava se lepí z několika odlišných materiálů (žárově pozinkovaná nízkouhlíková ocel (viz příloha 8), voděodolná překližka (viz příloha 9), izolace Airex (viz příloha 10), hliník (viz příloha 11) a sklolaminátové lišty. Každé lepidlo lepí různé materiály odlišně kvalitně.

3.2.1 Současná používaná lepidla

Rozdělení úseků sendviče podle použití různých lepidel:

- horní a spodní část sendviče,
- lepení sklolaminátových lišt v jeden celek,
- přilepení spodních izolací k hliníkové desce.

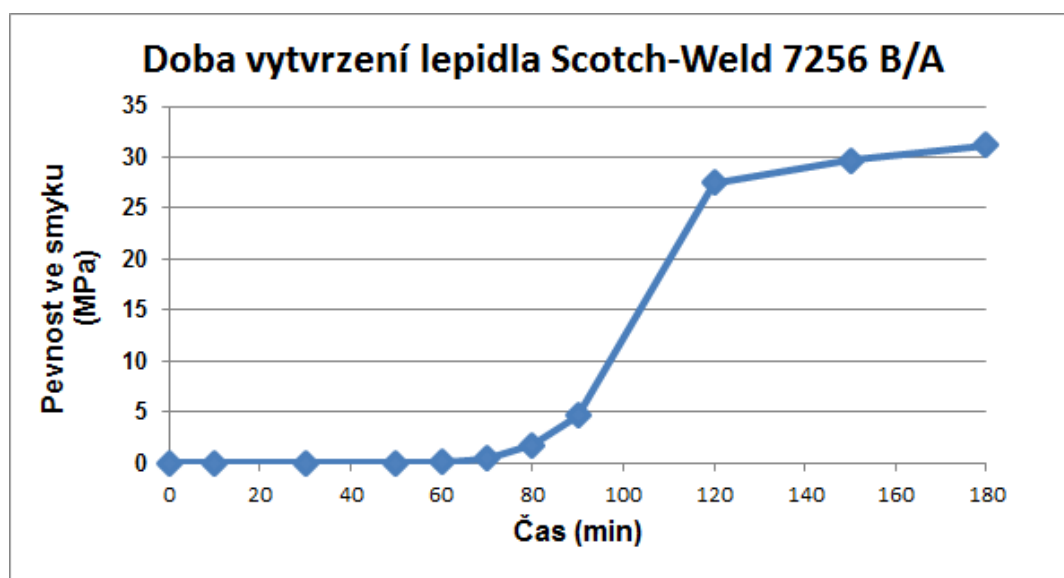
Problematika těchto uvedených bodů je hodně rozsáhlá, detailně vysvětlena je následně.

- **Horní a spodní část sendviče**

V současné době se používá jedna značka lepidla, Scotch-Weld 7256 B/A, na lepení horní a spodní části sendviče. Ve spodní části sendviče se na sebe lepí plech z žárově zinkované tvárné oceli s izolací typu Airex T90.100. Na izolaci se lepí hliníková deska z materiálu EN AW-1050A. V horní části se lepí desky ze stavební voděodolné překližky na plech zinkované tvárné oceli.

Lepidlo Scotch-Weld 7256 B/A je dvojsložkové strukturní lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice. Dvojsložková lepidla jsou založena na principu promíchání dvou složek ve stanoveném poměru, která spustí vytvrzovací reakci (sítování), jejímž výsledkem je odolný a konstrukčně pevný spoj. Díky dvoukomorové kartuši se lepidlo vytlačuje v přesně stanoveném poměru, který je 2:1[17].

Lepidlo neztrácí své mechanické vlastnosti při teplotách o rozsahu -55 °C do 110 °C, má velmi vysokou pevnost, výbornou houževnatost a rychlé vytvrzení [17]. Na obr. 52 je zobrazena závislost meze pevnosti ve smyku na čase. Z obrázku je zřejmé, že lepený spoj získává pevnost 80 min. po aplikaci lepidla. Slepování částí sendviče probíhá pod tlakem (horní část $p = 100 \text{ kPa}$, spodní část $p = 300 \text{ kPa}$) a lepidlo se nechá vytvrdnout 120 min, kdy už je lepený spoj dost silný na to, aby se z lepicího lůžka mohl sundat.



Obr. 52 Doba vytvrzení lepidla Scotch-Weld 7256 B/A [17].

Lepidlo Scotch-Weld 7256 B/A je určené pro letecký průmysl, je vysoce kvalitní a tudíž i finančně náročné. Převyšuje ovšem požadované nároky na lepení a jeho používání je proto neúsporné.

Tab. 7 Informace o lepidlu Scotch-Weld 7256 B/A [17].

Kritéria	Informace
Doba zasychání [min]	min. 80
Přilnavost ₁₎	velmi dobrá
Mechanismus nanášení	Nanést lepicí pistolí s mísičem, rozetřít zubovou stěrkou a přitlačit za vysokého tlaku.
Pevnost ve smyku	tab. 8
Otevřená doba lepidla [min]	12 min
Cena [Kč/ml] ₂₎	4,17
Povrchový vzhled spoje	krémově bílý
Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedla firma 3M (dodavatel lepidla). Z výsledků testovací analýzy byla zjištěna vhodnost lepidla na zadané lepené materiály. 2) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.	

Vzhledem k použití odlišných materiálů na slepení horní a spodní části sendviče je požadována jiná pevnost ve smyku. V tab. 8 jsou popsány její minimální požadované hodnoty v zmíněných spojkách za určité teploty.

Tab. 8 Mez ve smyku v různých oblastech lepení a teplotách.

Oblast lepení	τ [MPa] ₁₎	T [°C]
Přední a zadní spodní díl	12	100
Přední a zadní horní díl	10	50

Legenda: 1) V tabulce jsou uvedeny minimální hodnoty pevnosti ve smyku, vyžadované firmou Iveco Bus při zadané teplotě. Na uvedené hodnoty provedla firma Iveco Bus smykové zkoušky, při kterých lepidlo vyhovělo.

- Lepení sklolaminátových lišt**

Lepení lišt ze sklolaminátu je nyní prováděno lepidly značky Acralock SA 10 – 05 nebo Acralock SA 10 – 20. Rozdíl mezi těmito lepidly je v otevřené době lepidla jedno má 5 min a druhé 20 min. Některé lišty potřebují více času na ustavení, proto se používají dva druhy lepidel Acralock s jinou otevřenou dobou lepení.

Konstrukční lepidlo řady Acralock SA 10 je dvoukomponentní metakrylátové lepidlo. Na vytvrzení lepidla se přidává aktivátor na bázi organického roztoku peroxidu v poměru 10:1. Lepidlo spojuje skoro všechny typy povrchů, vytváří pevné spoje z oceli, kompozitních materiálů, hliníku a dalších materiálů [18].

Lepidla mají vynikající únavové charakteristiky a odolnost proti nárazům. Rozsah provozní teploty je od -40 do 120 °C [19].

Tab. 9 Informace o lepidlech Acralock SA 10 – (05 a 20) [19].

Kritéria	Informace
Doba zasychání [min]	15 a 45
Přilnavost ₁₎	dobrá
Mechanismus nanášení	Nanést lepicí pistolí a přitlačit ručně.
Pevnost ve smyku [MPa] ₂₎	8
Otevřená doba lepidla [min]	5 a 20
Cena [Kč/ml] ₃₎	2,20 a 2,11
Povrchový vzhled spoje	černý

Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedl dodavatel lepidla. Z výsledků testovací analýzy byla zjištěna vhodnost lepidla na zadané lepené materiály.

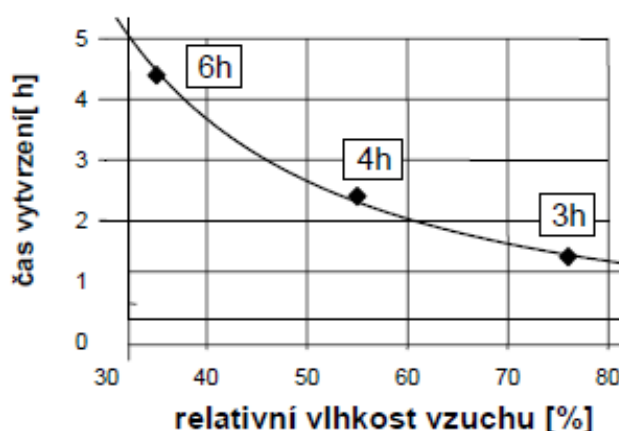
2) V tabulce je uvedena minimální hodnota pevnosti ve smyku, vyžadovaná firmou Iveco Bus při teplotě 60 °C. Na uvedenou hodnotu provedla firma Iveco Bus smykové zkoušky, při kterých lepidlo vyhovělo.

3) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.

- **Přilepení spodních izolací k hliníkové desce**

Na hliníkovou desku se lepí izolace ze skelných minerálních vláken, potažená kontaktní tkaninou. Tento spoj se aktuálně lepí lepidlem značky SikaMelt-9670.

Lepidlo SikaMelt-9670 je univerzální montážní lepidlo na bázi polyuretanového reaktivního hotmeltu (lepidlo se aplikuje při teplotě 150 – 160 °C) s krátkým otevřeným časem. Vytvrzování probíhá vzdušnou vlhkostí. Dochází k reakci a vzniku zpětně netavitelného elastomeru. Vytvrzování je závislé na tloušťce vrstvy, na relativní vlhkosti vzduchu a teplotě, na obsahu vlhkosti v podkladu a difuzní prostupnosti podkladu [20]. Na obr. 53 je ukázána závislost mezi relativní vlhkostí vzduchu na čase vytvrzení.



Obr. 53 závislost mezi relativní vlhkostí vzduchu na čase vytvrzení [20].

Mezi přednosti produktu patří vysoká počáteční a konečná pevnost, odolnost proti vysokým teplotám a stárnutí. Teplotní odolnost lepidla, je v rozmezí od -40 °C do 130 °C [20]. Protože izolace ze skelných minerálních vláken jsou první ochranou před žářem přicházejícím od motoru, je vysoká teplotní odolnost lepidla důležitým faktorem tohoto spoje.

Tab. 10 Informace o lepidlu SikaMelt-9670 [20].

Kritéria	Údaj
Doba zasychání [min]	cca 240
Přilnavost ₁₎	perfektní
Mechanismus nanášení	V aplikační pistoli roztavit teplotu lepidla na 150 – 160 °C, bodově nanést lepidlo na jednotlivé díly a ručně usadit.
Pevnost v tahu (min) [MPa] ₂₎	10
Otevřená doba lepidla [min]	90 sec
Cena [Kč/ml] ₃₎	0,364
Povrchový vzhled spoje	nažloutlý

Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedl dodavatel lepidla. Z výsledků testovací analýzy byla zjištěna vhodnost lepidla na zadané lepené materiály.

2) V tabulce je uvedena minimální hodnota pevnosti v tahu, vyžadovaná firmou Iveco Bus při teplotě -40 až 110 °C. Na uvedenou hodnotu provedla firma Iveco Bus smykové zkoušky, při kterých lepidlo vyhovělo.

3) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.

3.2.2 Nově navrhnutá lepidla na lepení

Výběr vhodných adeptů pro lepení určité části sestavy sendviče probíhá podle zadání firmy Iveco Bus. Hlavním požadavkem je snížení ceny při zachování mechanických vlastností současných lepidel (přilnavost, otevřená doba lepidla, doba vytvrzování, pevnost ve smyku) [21]. Finanční porovnání nových lepidel se současně používanými je ukázán v kapitole 6.

Nové rozdělení úseků sendviče podle použití lepidel:

- horní část sendviče,
- spodní část sendviče,
- lepení sklolaminátových lišt v jeden celek,
- přilepení spodních izolací k hliníkové desce.

Vzhledem k tomu, že problematika uvedených bodů je rozsáhlá, detailně vysvětlena je následně.

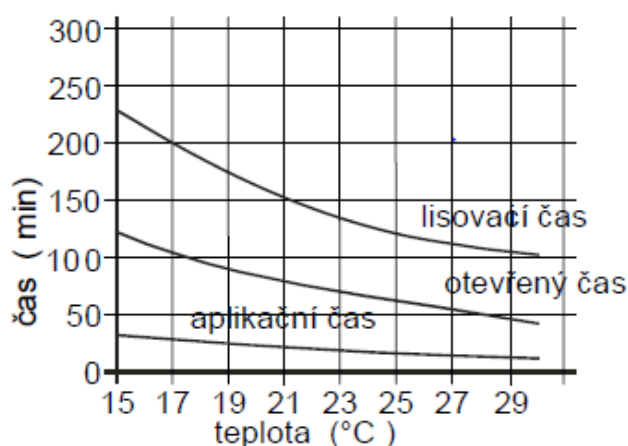
- **Horní část sendviče**

Pro výrazné zlevnění výrobního procesu je zvoleno používání jiného druhu lepidla pro lepení horní a spodní části sendviče. Z důvodu menších nároků na lepicí spoj v horní části lze používat mnohem levnější lepidlo.

V horní části sendviče je vybrána jako možná varianta pro lepení spoje (překližka, ocel) lepidlo značky SikaForce®-7710 L35.

SikaForce®-7710 L35 je dvoukomponentní polyuretanové lepidlo. Je tvořeno pryskyřicí na bázi polyolu s plnivem a tvrdidlem SikaForce®-7010 na bázi izokyanátů s poměrem nanášení 4:1 [22].

Vytvrzování se uskutečňuje na principu polyadiční chemické reakce dvou komponentů [22]. Vyšší teplota urychluje vytvrzovací proces, nižší teplota jej zpomaluje. Otevření a lisovací čas je zobrazen na obr. 54.



Obr. 54 Aplikační, otevřený a lisovací čas pro SikaForce®-7710 L35 [22].

Mezi přednosti lepidla patří dlouhý otevřený čas a vcelku krátká vytvrzovací doba. Vytvrzování probíhá za běžných podmínek a bez rozpouštědel. Hlavním důvodem, proč je toto lepidlo vybráno, je skutečnost, že je přímo speciálně určeno pro lepení sendvičových konstrukcí např. z hliníku, kompozitních plastů (lamináty), oceli, dřeva a minerální vlny [22]. Lepidlo je určeno k vytvrzování pod vysokým tlakem, což je právě případ tohoto druhu spojení.

Tab. 11 Informace o lepidlu SikaForce®-7710 L35 [22].

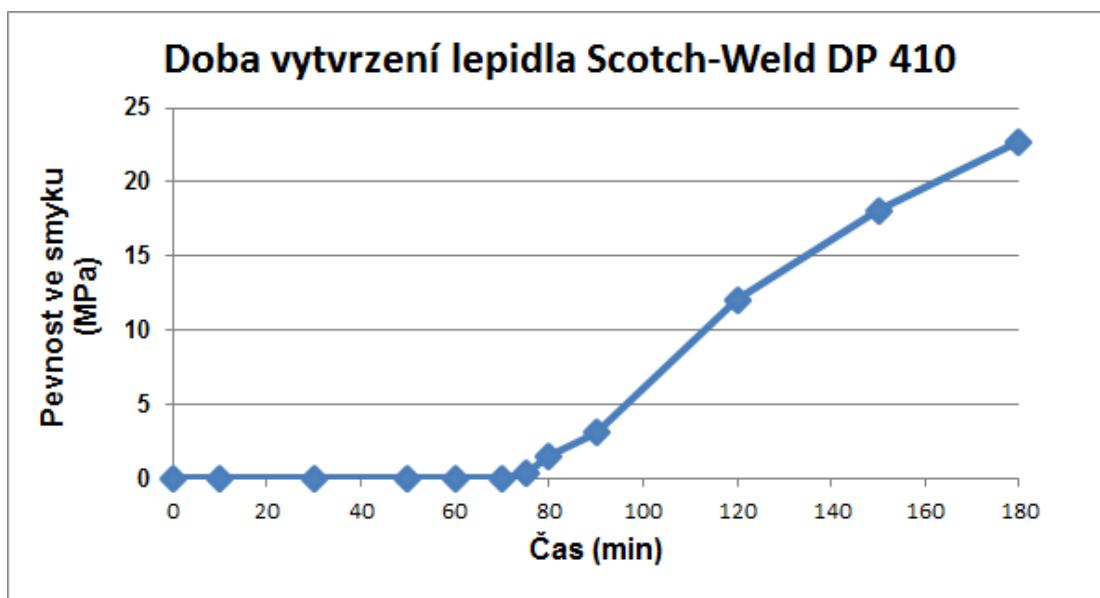
Kritéria	Informace
Doba zasychání [min]	cca 120 (obr. 54)
Přilnavost ¹⁾	dobrá
Mechanismus nanášení	Nanést lepicí pistolí s mísičem, rozetřít zubovou stěrkou a přitlačit za vysokého tlaku.
Pevnost ve smyku [MPa] ²⁾	10
Otevřená doba lepidla [min]	cca 80 (obr. 54)
Cena [Kč/ml] ³⁾	0,46
Povrchový vzhled spoje	běžový
<p>Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedl dodavatel lepidla. Z výsledků podobné testovací analýzy pro dané materiály byla ujištěna vhodnost lepidla na zadané lepené materiály.</p> <p>2) V tabulce je uvedena minimální hodnota pevnosti ve smyku vyžadovaná firmou Iveco Bus při teplotě 50 °C. Výsledkem odborné konzultace s dodavatelem lepidla bylo ujištění, že lepený spoj minimálním požadavkům vyhoví.</p> <p>3) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.</p>	

- **Spodní část sendviče**

Ve spodní části sendviče nastávají vysoké teploty a současně je v tomto úseku sestava nejvíce namáhána. Za stávajících podmínek je vhodná varianta pro lepení spoje (ocel, izolace, hliník) lepidlo značky Scotch-Weld DP 410.

Lepidlo značky Scotch-Weld DP 410 je dvousložkové epoxidové lepidlo. Skládá se z tvrzeného epoxidu a modifikovaných aminů. Poměr při nanášení lepidla je 2:1. Po smíšení těchto složek má lepidlo nízkou tekutost kvůli snadnější aplikaci na povrchy [23].

Má dobrou houževnatost, vysokou pevnost a dobře odolává nárazům. Díky epoxidové struktuře má vcelku dobrou teplotní odolnost od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ a rychlé vytvrzení při pokojové teplotě [23]. Na obr. 55 je zobrazena závislost meze pevnosti ve smyku na čase. Z grafu je vidět, že k výraznému zvyšování pevnosti ve smyku dojde po 90 minutách. Doba vytvrzení v lepicím lůžku je stejná jako u předešlého lepidla, 120 min.



Obr. 55 Doba vytvrzování lepidla Scotch-Weld DP 410 [24].

Lepidlo Scotch-Weld DP 410 je podobné současně používanému Scotch-Weld 7256 B/A, je však určeno pro všeobecný průmysl a proto mnohem levnější.

Tab. 12 Informace o lepidlu Scotch-Weld DP 410 [24].

Kritéria	Informace
Doba zasychání [min]	min. 90
Přilnavost ₁₎	velmi dobrá
Mechanismus nanášení	nanést lepicí pistolí s mísičem, rozetřít zubovou stěrkou a přitlačit za vysokého tlaku
Pevnost ve smyku [MPa] ₂₎	12

Otevřená doba lepidla [min]	cca 12
Cena [Kč/ml] ₃₎	1,41
Povrchový vzhled spoje	šedobílý
<p>Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedl dodavatel lepidla. Z výsledků podobné testovací analýzy pro dané materiály byla ujištěna vhodnost lepidla pro zadané lepené materiály.</p> <p>2) V tabulce je uvedena minimální hodnota pevnosti ve smyku, vyžadovaná firmou Iveco Bus při teplotě 100 °C. Výsledkem odborné konzultace s dodavatelem lepidla bylo ujištění, že lepený spoj minimálním požadavkům vyhoví.</p> <p>3) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.</p>	

• Lepení sklolaminátových lišt

K lepení sklolaminátových lišt je vybraná možná varianta lepidla značky SciGrip SG305 a SciGrip SG315. Jediný rozdíl mezi lepidly spočívá v otevřené době lepidla, jedno má 5 min a druhé 15 min. V současnosti je otevřená doba lepidla Acralock SA 10 – 20 20 minut, u stávajícího technologického postupu trvá ustavení složitějších lišt asi 10 minut a nově navržené lepidlo tedy bohatě stačí.

Lepidla série SciGrip SG300 jsou metakrylátová dvojsložková lepidla. Na vytvrzení je potřeba přidat aktivátor na bázi peroxidu se směšovací poměrem 10:1 [25]. Dodávají se dva druhy aktivátoru, který mění barvu lepeného spoje buď na černou, nebo krémově bílou. Pro tento případ je používán aktivátor SG605 B, který barví do černa. Vytvrzování probíhá za exotermní reakce, což znamená, že při smíchání aktivátoru do lepidla vzniká teplo. Teplota se určuje podle hmotnosti a tloušťky naneseného lepidla.

Díky metakrylátovému složení mají lepidla vynikající únavové charakteristiky a vcelku dobrou odolnost proti nárazům. Jsou určena pro lepení kovů, kompozitu a jiných plastových materiálů [25]. To je odpovídající, protože lepidla se nepoužívají pouze k lepení lišt dohromady, ale i k lepení lišt s ocelovým rámem podlažky a k slepení spodní a horní části, kde jsou lepeny plechy ze žárově zinkované nízkouhlíkové oceli. Rozsah provozní teploty je od -40 °C do 85 °C.

Tab. 13 Informace o lepidlech SciGrip SG305 a SciGrip SG315 [25].

Kritéria	Informace
Doba zasychání [min]	15 a 40
Přilnavost ₁₎	perfektní
Mechanismus nanášení	Nanést lepicí pistolí a přitlačit ručně.
Pevnost ve smyku [MPa] ₂₎	8
Otevřená doba lepidla [min]	5 a 15
Cena [Kč/ml] ₃₎	1,65

Povrchový vzhled spoje

černý

Legenda: 1) Zkoušky přilnavosti provedl dodavatel lepidla. Z výsledků podobné testovací analýzy pro dané materiály byla ujištěna vhodnost lepidla pro zadané lepené materiály.

2) V tabulce je uvedena minimální hodnota pevnosti ve smyku, vyžadovaná firmou Iveco Bus při teplotě 60 °C. Výsledkem odborné konzultace s dodavatelem lepidla bylo ujištění, že lepený spoj minimálním požadavkům vyhoví.

3) Finanční rozbor je spočten a porovnán v kapitole 6.

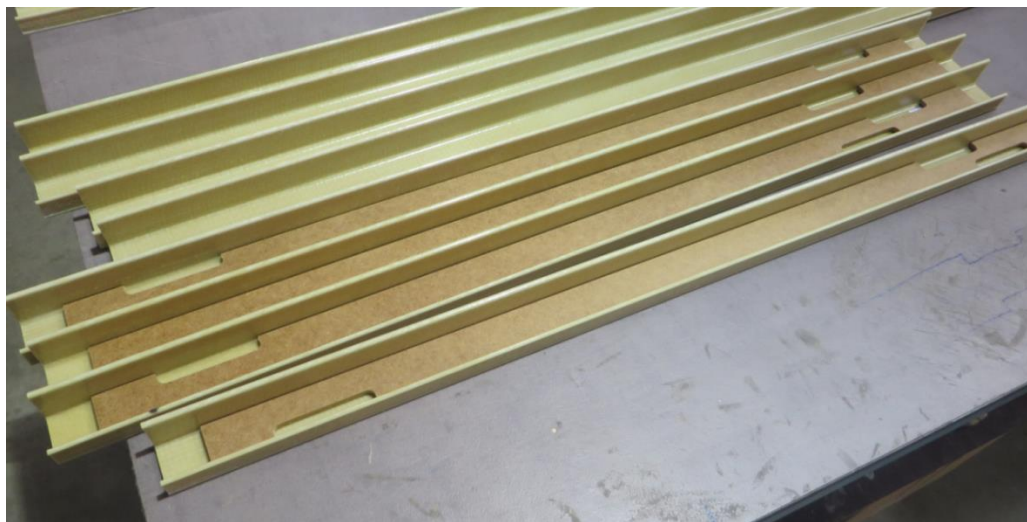
- **Přilepení spodních izolací k hliníkové desce**

Současně používané lepidlo značky SikaMelt-9670 dostatečně splňuje všechny požadavky, firma Iveco Bus proto nepožaduje výběr nového lepidla.

V současnosti se lepidlo nakupuje v kartuši o obsahu 390 ml. Snížení ceny lepidla by bylo možné nákupem sudu o hmotnosti 20 kg. Výpočet úspory výsledné ceny při změně hmotnosti kupovaného balení je proveden v kapitole 6.

3.3 Změna výběru levnějšího materiálu lišty pro vymezení matic v profilech

Lišta se lepí oboustrannou lepicí páskou do přímých profilů za účelem vymezení míst pro matice, které drží sedačky autobusu. Celkově je v sendviči použito 12 lišt a lišty se umístěním výřezů, do kterých se matice vkládají. Nalepené lišty jsou zobrazeny na obr. 56.



Obr. 56 Profily s nalepenými lištami.

3.3.1 Současný materiál

Aktuálně používaný materiál je sololit. Sololit je jeden z typů velmi tvrdých dřevovláknitých desek (DVD), vyrábějící se mokrou cestou (vlákna jsou při výrobě celou dobu až po lisování ve vodě). Vlákna se získávají z dřevité hmoty propařováním a lámáním. Lisováním navzájem vlákna zplstnatí a zpevní se při účinku tepla a určitého tlaku. Pro sololit je lisovací tlak okolo 5 MPa. Hustota

materiálu se pohybuje mezi 830-900 kg/m³, což je považováno za tvrdou strukturu [26]. Na obr. 57 je vidět samotná sololitová lišta, před nalepením do profilu.



Obr. 57 Lišta ze sololitu.

3.3.2 Nový materiál

Při výběru nového materiálu lišty byly možnosti omezené. Firma Iveco Bus přijímá materiály pouze od určitých dodavatelů. Požadavky firmy Iveco Bus jsou nehořlavost, lehkost, tvrdost a možnost řezat materiál na CNC.

Za požadovaných omezení byl vybrán materiál, který se používá ve spodní části sendviče. Je to izolace Airex T90.100 (viz příloha 12). S tím rozdílem, že ve spodní části se používá izolace o tloušťce 10 mm a v profilech tloušťka 5 mm.

Izolace je recyklovatelný termoplast s polymerní pěnou a se strukturou uzavřených buněk, což znamená, že izolace je tvrdá a dá se dobře řezat, je chemicky stabilní a má výborné nehořlavé vlastnosti [27, 29]. Díky pórovité struktuře má dobrou přilnavost a nebude problém na ni nalepit oboustrannou lepicí pásku. Hustota materiálu je 110kg/m³, přibližně 8 krát lehčí než sololit.

Finanční rozbor současně používaného a nového materiálu je proveden v kapitole 6. Cena je porovnávána podle ceny výroby jednoho kusu lišty.

4 SESTAVENÍ NOVÉ VARIANTY VÝROBNÍHO PROCESU

Předcházející kapitol se zabývá stávajícím stavem, byly konstatovány tři problémy. Na tyto problémy je upraven současný technologický postup výroby, je podrobně rozepsán v této kapitole.

4.1 Výchozí podmínky pro návrh nové varianty

Podkapitole jsou uvedeny podmínky, za kterých je sestavena nová varianta technologického postupu:

- nový sestavný stůl na kompletaci sendviče,
- výběr nových lepidel,
- nový materiál lišty na vymezení matic v profilech.

4.2 Nový návrh technologického postupu

Nový technologický postup je rozdělen podle výroby každé podsestavy do tabulek. Barevně označená místa ukazují na nové vylepšení ve výrobním procesu.

Tab. 14 Nový návrh postupu výroby spodního dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Díl poz. 010-020 oblepit po obvodě maskovací páskou, zamezuje vytékání lepidla do lepicího lůžka.	MT-D50 šířky 60mm
3	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem.	viz příloha 16
4	Díl založit do lepicího lůžka lepenou plochou nahoru.	poz. 010-020
5	Díl uložit na pracovní stůl lepenou stranou nahoru.	poz. 070
6	Nanést a rozetřít lepidlo na díly poz. 010-020 a 070.	Scotch-Weld DP 410
7	Vložit do lepicího lůžka a ustavit ostatní díly dle výkresu.	poz. 030, 040, 050 a 070
8	Zasadit distanční kroužky poz. 60.	viz příloha 15
9	Nechat vytvrdnout 120 minut.	
10	Po slepení přední a zadní díl vyndat z lepicího lůžka a odstranit lepicí pásku.	
11	Díl poz. 010 položit na sestavný stůl.	obr. 44
12	Do hrany dílu poz. 010 nanést lepidlo a ustavit díl poz. 020 dle výkresu.	SciGrip SG315
13	Na díl poz. 030 nanést lepidlo a ustavit dle výkresu.	SciGrip SG315
14	Dále ustavit všechny profily dle výkresu.	tab. 17

15 Nechat vytvrdnout 40 min.

Legenda: Příloha 2 krok 7 a 8 výkres 1,2

Příloha 2 krok 11 až 13 výkres 3

Barevně označené buňky zobrazují nový postup ve výrobě sestavy.

Tab. 15 Nový návrh postupu lepení horního dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly na lepení odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Díly poz. 010, 020 oblepit po obvodě maskovací páskou, kvůli nevytékání lepidla do lepicího lůžka.	MT-D50 šířky 60mm
3	Díl založit do lepicího lůžka.	poz. 010
4	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem.	viz příloha 16
5	Nanést a rozetřít lepidlo SikaForce®-7710 L35 na díly.	poz. 020 a 030
6	Ustavit díly dle výkresu.	poz. 020 a 030
7	Nechat vytvrdnout 120 min.	
8	Po slepení přední a zadní díl vyjmout z lepicího lůžka a odstranit lepicí pásku.	
9	Slepené části položit do palety na další použití.	
Legenda: Příloha 3 výkres 1, 2 krok 6 Barevně označené buňky zobrazují nový postup ve výrobě sestavy.		

Tab. 16 Nový návrh postupu lepení příčných profilů a příprava k lepení obvodových profilů.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly odmastit a obrousit v místě lepení	čistič Betaclean 3350
2	Na lištu z izolace Airex nalepit oboustrannou lepicí pásku. Pásku nalepit, aby nezasahovala do žádného výřezu po stranách.	poz. 020
3	Strhnout krycí pásku do profilu nasadit vymezovací dorazy a nalepit lištu z izolace Airex na profil dle výkresu. Lištu přitlačit v celé délce.	poz. 010 a 020
4	Na lepicí stůl ustavit profil s lištou ze strukturální pěny Airex T90.100.	poz. 010
5	Do profilu vložit díly matic a izolací dle výkresu.	poz. 030 (7 ks) a 050 (2 ks)

6	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem.	viz příloha 16
7	Nanést lepidlo a ustavit díl poz. 040 dle výkresu.	SciGrip SG305
8	Díl poz. 020 umístit dle výkresu a zajistit upínkami.	
9	Nechat vytvrdnout min. 15 min.	
10	Po vytvrdnutí rozepnout upínky a profily odložit do sadovacího vozíku k dalšímu použití.	
11	Všechny boční profily a vnější plochy lišt v místě lepení odmastit a obrousit.	poz. 200 a 210 (2x)
12	Na vnější plochy lišt s maticemi nanést lepidlo.	SciGrip SG305
13	Usadit lišty s maticemi na obvodové profily dle výkresu.	poz. 200 a 210 (2x)
14	Nechat vytvrdnout 15 min.	
15	Po vytvrdnutí profily odložit do sadovacího vozíku k dalšímu použití.	

Legenda: Příloha 4 krok 2 výkres 1

Příloha 4 krok 3 až 8 výkres 2

Příloha 5 krok 13

Barevně označené buňky zobrazují nový postup ve výrobě sestavy.

Tab. 17 Nový návrh postupu lepení profilů k rámu podlahy a spodnímu dílu sendviče.

Krok	Operace	Poznámka
1	Všechny díly na lepení odmastit a obrousit v místě lepení.	čistič Betaclean 3350
2	Připravit elektrickou lepicí pistoli s mísičem na lepení.	viz příloha 16
3	Na přípravný stůl uložit rám podlahy a nalepit lepidlem značky lepidlo SciGrip SG305 profily po obvodě dle výkresu, zajistit svěrkami.	poz. 020, 030, 040, 050 a 300
4	Nechat vytvrdnout min 15 min.	
5	Díl poz. 005 (celý spodní díl sendviče), už je uložen na sestavném stole (obr. 44), nalepit rám podlahy poz. 300 lepidlem SciGrip SG315 dle výkresu.	výroba dílu poz. 005 detailněji vysvětlena v tab. 14
6	Nalepit lepidlem SciGrip SG305 a SG315 postupně všechny příčné a boční profily. Profily se lepí k rámu podlahy a spodního dílu sendviče dle výkresu. Všechny díly zajistit pneumatickými svěrkami.	poz. 005, 010 – 190
7	Nechat vytvrdnout min 40 min.	
8	Po vytvrdnutí odepnout pneumatické upínky.	

9	Mezi profily ustavit izolace dle výkresu.	poz. 010 – 070
10	Na podsestavu poz. 005 nejdříve nalepit přední horní díl poz. 010 a pak zadní horní díl poz. 020 na podsestavu. Zajistit mechanickými svěrkami.	výroba poz. 010 vysvětlena v tab.15
11	Nechat vytvrdnout 40 min.	
12	Uvolnit upínky a celou slepenou sestavu pomocí manipulátoru přenést na dokončovací sestavný stůl.	

Legenda: Příloha 5 krok 3, 5, 6

Příloha 6 krok 10

Příloha 3 výkres 3 krok 11

Barevně označené buňky zobrazují nový postup ve výrobě sestavy.

Tab. 18 Nový návrh postupu nýtování středové lišty a lepení izolací.

Krok	Operace	Poznámka
1	Sendvič na dokončovacím sestavném stole zajistit mechanickými upínkami.	
2	Sendvič poz. 005 otočit o 180° motorovou stranou nahoru.	
3	Dle výkresů ustavit středové lišty.	poz 180 a 190
4	Vyvrtat 12 krát díru průměr 5 mm v lištách.	
5	Lišty sejmout a vyvrtané díry a lišty důkladně očistit od špon.	
6	Znovu ustavit lišty a všechny díry zanýtovat nýty.	poz. 200
7	Plochy určené k lepení aktivovat přípravkem.	
8	V aplikační pistolí roztavit teplotu lepidla na 150-160 °C.	SikaMelt-9670
9	Bodově nanést lepidlo na jednotlivé díly izolací (průměr bodů lepidla musí být 25 mm).	poz. 100 - 180
10	Ustavit izolace dle výkresu.	
11	Po ztvdnutí lepidla sejmout šablonu a všechny hrany dílů izolace zatmelit tmelem.	Sikaflex 221 bílý
12	Otočit sestavu nazpět.	
13	Celý sendvič pomocí manipulátoru odložit na paletu.	manipulátor 2RM 250 P
14	Přemístit sendvič na výrobní linku.	

Legenda: Příloha 7 krok 3 (step 1)

Příloha 7 krok 9, 10 (step 3)

5 POSOUZENÍ NOVÉ VARIANTY Z POHLEDU FIRMY

Zde uváděná vylepšení firmě vyhovují, pro podmínky firmy jsou přijatelné, její realizování však záleží na změnové službě. Aby nově vypracované varianty byly uvedeny do provozu, musí se nejdříve vystavit formulář. Formulář obsahuje kompletní dokumentaci o nové variantě, posuzuje ho změnová služba. Přezkoumá výběrové řízení na změnu materiálu, počáteční náklady a návratnost investice. Pokud změna projde, v programu SAP je upraven technologický postup. Pracovníci ve výrobě se podle nově upraveného postupu řídí.

Tuto problematiku ze své pozice řešitele nemohu výrazně ovlivnit. V současné době realizaci problému převzal vedoucí v úseku technologie podvozků Pavel Duchoslav. Ten problematiku důkladně prostuduje a zváží, jestli některé z uváděných vylepšení předloží pro řešení změnové komise.

6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V kapitole jsou zhodnoceny vylepšení ve výrobě sendviče z hlediska technicko-ekonomického. Do zhodnocení je zahrnuta i ekologie.

Technicko-ekonomické zhodnocení vychází z těchto parametrů:

- nová varianta upínacího stolu,
- porovnání cen lepidel,
- porovnání ceny lišty na vymezení matic v profilech.

6.1 Nová varianta

V nově navrhovaných řešeních je vždy vyhověno požadavkům firmy. Pozornost se věnuje zvýšení produktivity, snížení výrobního času a snížení provozních nákladů na výrobu sendviče.

6.1.1 Vyřešení nového sestavného stolu

Nová varianta sestavného stolu je navržena pro lepší upnutí všech částí sendviče. Hliníkové profily, připevněné na konce přímých pneumatických válců, zajistí dokonalé upnutí ploch. Pro zamezení prohýbání rámových konstrukcí jsou použity nové profily a je přidáno více podpěr. Porovnání finančních nákladů, spotřeby elektrické energie a času na upínání oproti staré variantě je detailněji popsáno následně:

- Čas

V současné variantě sestavného stolu zabere utažení všech mechanických upínek a zamezení prohýbání rámových konstrukcí pomocí svěrek cca 8 minut. Upínání se provádí dvakrát, protože se následně upíná horní vrstva sendviče. Celkový čas je 16 minut. Díky nově navrženému pneumatickému systému je celkový čas na upínání zkrácen přibližně na 6 minut.

- Finanční náklady

Přesné vyčíslení ceny je obtížné určit, konkrétní částka by se stanovila na základě výroby sestavného stolu s pneumatickými válci v nástrojárně ve firmě Iveco Bus. Prvotní náklady na výrobu lze odhadnout na zhruba 450 000 Kč.

- Spotřeba elektrické energie

V obou variantách sestavného stolu je spotřeba elektrické energie téměř nulová. V současnosti se mechanické upínky utahují momentovým utahovákem (viz příloha 17), jehož spotřeba elektrické energie je nízká. Při nové variantě je upínáno za pomoci vzduchu přiváděného z centrálního kompresoru. Lze tedy konstatovat, že nová varianta změnu ve spotřebě elektrické energie nepřinese.

Posouzení rychlejší varianty

Termín realizace nového stolu není v této fázi ve firmě přesně znám, posouzený odhad z výrobní porady zainteresovaných pracovníků je cca 1 až 2 roky. Proto je navrženo možné druhé rychlé řešení za pomoci jisticího systému, vycházející ze současné varianty sestavného stolu, jehož uskutečnění by mohlo být provedeno za cca 1 až 2 měsíce. Náklady na výrobu jsou přibližně 25 000 Kč. Vylepšení by velkou mírou vyřešilo jeden z největších problémů, prohýbání rámových

konstrukcí. Celkový čas na upínání by se zkrátil pouze o čtyři minuty a nevyřešen by zůstal problém nedostatečného upnutí všech částí sendviče.

6.1.2 Porovnání cen lepidel

Hlavním požadavkem při výběru lepidla je snížení ceny při pokusu o zachování mechanických vlastností současných lepidel. V této kapitole je provedeno porovnání cen současných lepidel s nově vybranými.

Místa, kde jsou lepidla nahrazeny za nové:

- horní část sendviče,
- spodní část sendviče,
- lepení sklolaminátových lišt dohromady,
- Přilepení spodních izolací k hliníkové desce.

Lepidla jsou od různých výrobců. Ty dodávají lepidla o jiné hmotnosti. Pro lepší přehlednost je cena přepočítaná v Kč/ml. Výsledné ceny lepidel jsou porovnávány za pomoci tabulek. Na konci kapitoly je vypočtená celková úspora na výrobu jednoho kusu sendviče při výběru nově navrhovaných lepidel.

Při porovnání cen se využívají tyto rovnice:

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} \quad (6.1)$$

$$C_{Vlep2} = \frac{C_{lep2}}{m_2} \quad (6.2)$$

$$C_{Vbáze} = \frac{C_{báze}}{m_3} \quad (6.3)$$

$$C_{Vakt} = \frac{C_{L2}}{m_3} \quad (6.4)$$

kde: C_{Vlep1} [Kč/ml]	-	výsledná cena současně používaného lepidla,
C_{Vlep2} [Kč/ml]	-	výsledná cena nově navrženého lepidla,
$C_{Vbáze}$ [Kč/ml]	-	výsledná cena báze dvojsložkového lepidla,
C_{Vakt1} [Kč/ml]	-	výsledná cena aktivátoru dvojsložkového lepidla,
C_{lep1} [Kč]	-	cena současně používaného lepidla,
C_{lep2} [Kč]	-	cena nově navrženého lepidla,
$C_{báze}$ [Kč]	-	cena báze dvojsložkového lepidla,
C_{akt} [Kč]	-	cena aktivátoru pro dvojsložkové lepidla,
m [ml]	-	hmotnost kupovaného balení vybraného lepidla.

Ceny lepidel a aktivátorů byly zjištěny přímo od výrobců 3M, Sika, Acralock a Scigrip. Výrobce byl kontaktován buď telefonicky, nebo mailem.

- **horní část sendviče**

Současně používané lepidlo značky Scotch-Weld 7256 B/A je nahrazeno za lepidlo značky SikaForce®-7710 L35.

Výsledné ceny lepidel Scotch-Weld 7256 B/A a SikaForce®-7710 L35 jsou spočteny dle vztahů (6.5) a (6.6). Dále je spočtena cena aktivátoru SikaForce 7010 dle vztahu (6.7). Cenu aktivátoru pro lepidlo Scotch-Weld 7256 B/A dodavatel započítává do ceny lepidla.

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} = \frac{125000}{30000} = 4,17 \text{ Kč/ml} \quad (6.5)$$

$$C_{Vbáze2} = \frac{C_{báze2}}{m_2} = \frac{66000}{300000} = 0,22 \text{ Kč/ml} \quad (6.6)$$

$$C_{Vakt2} = \frac{C_{akt2}}{m_3} = \frac{60000}{250000} = 0,24 \text{ Kč/ml} \quad (6.7)$$

Ve výsledné ceně lepidla SikaForce®-7710 L35 je započtena cena aktivátoru SikaForce 7010.

Tab. 20 Porovnání cen lepidel Scotch-Weld 7256 B/A s SikaForce®-7710 L35.

Lepidlo	Scotch-Weld 7256 B/A	SikaForce®-7710 L35	Úspora
Cena [Kč/ml]	4,17	0,46	3,71

- **spodní část sendviče**

Současně používané lepidlo ve spodní části sendviče značky Scotch-Weld 7256 B/A je nahrazeno za lepidlo značky Scotch-Weld DP 410.

Výsledné ceny lepidel Scotch-Weld 7256 B/A, Scotch-Weld DP 410 jsou spočteny dle vztahů (6.8) a (6.9). Ceny aktivátorů pro obě uvedená lepidla dodavatel započítává do ceny lepidla.

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} = \frac{125000}{30000} = 4,17 \text{ Kč/ml} \quad (6.8)$$

$$C_{Vlep2} = \frac{C_{lep2}}{m_2} = \frac{42300}{30000} = 1,41 \text{ Kč/ml} \quad (6.9)$$

Tab. 19 Porovnání cen lepidel Scotch-Weld 7256 B/A s Scotch-Weld DP 410.

Lepidlo	Scotch-Weld 7256 B/A	Scotch-Weld DP 410	Úspora
Cena [Kč/ml]	4,17	1,41	2,76

- **lepení sklolaminátových lišt dohromady**

Pro lepení sklolaminátových lišt se používají dva druhy lepidel. Podkapitola je rozdělena na dvě části. Nejprve se porovnají ceny současně používaného lepidla Acralock SA 10 – 05 s nově vybraným SciGrip SG305 a lepidlo Acralock SA 10 – 20 s SciGrip SG315.

- Lepidla Acralock SA 10 – 05 a SciGrip SG305

Výsledné ceny lepidel Acralock SA 10 – 05 a SciGrip SG305 jsou spočteny dle vztahů (6.10) a (6.11). Dále je spočtena cena aktivátorů SciGrip SG605 pro lepidlo SciGrip SG305 dle vztahu (6.12). Cenu aktivátoru pro lepidlo Acralock dodavatel započítává do ceny lepidla.

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} = \frac{1075}{490} = 2,20 \text{ Kč/ml} \quad (6.10)$$

$$C_{Vbáze2} = \frac{C_{báze2}}{m_2} = \frac{20100}{30000} = 0,67 \text{ Kč/ml} \quad (6.11)$$

$$C_{Vakt2} = \frac{C_{akt2}}{m_3} = \frac{29400}{30000} = 0,98 \text{ Kč/ml} \quad (6.12)$$

Ve výsledné ceně lepidla SciGrip SG305 je započítána cena aktivátoru SciGrip SG605.

Tab. 21 Porovnání cen lepidel Acralock SA 10 – 05 s SciGrip SG305.

Lepidlo	Acralock SA 10 - 05	SciGrip SG305	Úspora
Cena [Kč/ml]	2,20	1,65	0,55

- Lepidla Acralock SA 10 – 20 a SciGrip SG315

Výsledné ceny lepidel Acralock SA 10 – 20 a SciGrip SG315 jsou spočteny dle vztahů (6.13) a (6.14). Dále je spočtena cena aktivátorů SciGrip SG615 pro lepidlo SciGrip SG315 ve vztahu (6.15). Cenu aktivátoru pro lepidlo Acralock dodavatel započítává do ceny lepidla.

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} = \frac{1035}{490} = 2,11 \text{ Kč/ml} \quad (6.13)$$

$$C_{Vbáze2} = \frac{C_{lep2}}{m_2} = \frac{20100}{30000} = 0,67 \text{ Kč/ml} \quad (6.14)$$

$$C_{Vakt2} = \frac{C_{akt1}}{m_3} = \frac{29400}{30000} = 0,98 \text{ Kč/ml} \quad (6.15)$$

Ve výsledné ceně lepidla SciGrip SG315 je započítána cena aktivátoru SciGrip SG615.

Tab. 22 Porovnání cen lepidel Acralock SA 10 – 20 s SciGrip SG315.

Lepidlo	Acralock SA 10 – 20	SciGrip SG315	Úspora
Cena [Kč/ml]	2,11	1,65	0,46

- **Přilepení spodních izolací k hliníkové desce.**

Současně používané lepidlo značky SikaMelt-9670 plně vyhovuje všem mechanickým požadavkům firmy. Ve vztazích (6.16) a (6.17) je uveden výpočet úspory výsledné ceny při změně hmotnosti kupovaného balení lepidla.

$$C_{Vlep1} = \frac{C_{lep1}}{m_1} = \frac{139}{390} = 0,364 \text{ Kč/ml} \quad (6.16)$$

$$C_{Vlep2} = \frac{C_{lep2}}{m_2} = \frac{6040}{20000} = 0,302 \text{ Kč/ml} \quad (6.17)$$

Tab. 22 Porovnání ceny lepidla SikaMelt-9670 v různém kupovaném balení.

Lepidlo	SikaMelt-9670 300 ml	SikaMelt-9670 30 kg	Úspora
Cena [Kč/ml]	0,364	0,302	0,062

Výpočet výsledné úspory ceny při výrobě jednoho kusu sendviče

V jednotlivých částech sendviče jsou nahrazeny současná lepidla levnějšími variantami. Pro názornost je proveden výpočet ceny spotřeby lepidel na výrobu jednoho kusu sendviče. Množství lepidla se v žádné části sendviče nezměnilo. Spotřebovaný objem všech lepidel na výrobu jednoho kusu sendviče je ukázán v tab. 23, v celkovém množství je započítáno i použití aktivátoru.

Tab. 23 Množství použitého lepidla v jednotlivých částech sendviče.

Označení	Oblast lepení	Celkové množství [ml]
$C_{Vč1}$	horní část sendviče	1 660
$C_{Vč2}$	spodní část sendviče	3 120
$C_{Vč3}$	sklolaminátové lišty lepeny lepidlem s menší otevřenou dobou	1 400
$C_{Vč4}$	sklolaminátové lišty lepeny lepidlem s delší otevřenou dobou	1 220
$C_{Vč5}$	přilepení spodních izolací k hliníkové desce	300

Obecné řešení výpočtu úspory výroby na jednom kusu sendviče uskutečněné dle vzorců (6.17 a 6.18).

$$C_{Včn} = C_{Vlep} \cdot m \quad (6.17)$$

kde: $C_{Včn}$ [Kč] - výsledná cena lepidla na výrobu jedné části,
 C_{lep} [Kč] - cena vybraného lepidla,
 m [Kč] - množství použitého lepidla.

$$C_{Vsen} = C_{Vč1} + C_{Vč2} + C_{Vč3} + C_{Vč4} + C_{Vč5} \quad (6.18)$$

kde: C_{Vsen} [Kč] - výsledná cena sendviče,

$C_{Včn}$ [Kč] - výsledná cena lepidla na výrobu jedné části.

Spočtené ceny lepidel dle vzorce (6.17) jsou pro přehlednost vloženy do tab. 24. Na konci tabulky se v barevné buňce nachází součty výsledné ceny dle vzorce (6.18) do celkové ceny jednoho kusu sendviče.

Tab. 24 Porovnání cen lepidel v jednotlivých částech sendviče a jejich úspora.

Oblast	Cena aktuálně používaného lepidla [Kč]	Cena nově navrženého lepidla [Kč]	Úspora [Kč]
$C_{Vč1}$	6 159	730	5 429
$C_{Vč2}$	13 010	4 399	8 611
$C_{Vč3}$	3 080	2 310	770
$C_{Vč4}$	2 574	2 013	561
$C_{Vč5}$	109	91	18
C_{Vsen}	24 932 Kč	9 543 Kč	15 389 Kč

Celková úspora na jednom kusu sendviče dosahuje 15 389 Kč. Hlavní důvod významné úspory spočívá v použití dvou druhů lepidel v horní a spodní části sendviče. V současnosti se obě části lepí cenově náročným lepidlem Scotch-Weld 7256 B/A, určeným pro letectví. Ve spodní části je navrženo lepidlo Scotch-Weld DP 410, určené pro všeobecný průmysl, a úspora činí 8 611 Kč. V horní části se nabízí lepidlo SikaForce®-7710 L35 a úspora činí 6 159 Kč.

U současného technologického postupu se používá pouze jedna elektrická aplikační pistole s pumpou, odebírající lepidlo ze sudu. Jedná se o lepidlo Scotch-Weld 7256 B/A, které lepí horní a spodní část. Ve všech ostatních částech se používají vzduchové aplikační pistole, do kterých se musí nasazovat kartuše s lepidlem. Pro co největší snížení ceny jsou nově navržená lepidla dodávána v sudech, proto se musí koupit na lepení sklolaminátových lišt a horní části sendviče nové elektrické aplikační pistole v celkové hodnotě kolem 1 650 000 Kč. Nová investice se ale díky velké úspoře používání nových lepidel vrátí již při výrobě 150 ks sendviče.

U lepení spodních izolací k hliníkové desce by se nákup nové elektrické aplikační pistole nevyplatil z důvodu úspory 18 Kč při nákupu většího balení.

6.1.3 Porovnání ceny lišty na vymezení matic v profilech

Dalším snížením výrobních nákladů ve výrobě sendviče je změna materiálu, sololitové překližky za strukturální pěnu Airex T90. Lišty se používají v přímých profilech, vymezují polohu matic držící sedačky. Aby bylo možno vyčíslit konkrétní výsledek, musely být kumulované údaje rozpočítané na jeden kus. Kumulované údaje (k_p , N_{NC} , K_l), byly převzaty z momentální situace ve firmě Iveco Bus,

protože nejde použít všeobecný výpočet. Úspora při výrobě jednoho dílu lišty, je vypočítána dle vztahů (6.19 a 6.20).

$$N_{Vsol} = \frac{C_{sol}}{k_p} \cdot \frac{N_{CNC}}{60} \cdot K_l = \frac{155}{33} + \frac{700}{60} + 15 = 31,3 \text{ Kč} \quad (6.19)$$

$$N_{Vair} = \frac{C_{air}}{k_p} \cdot \frac{N_{CNC}}{60} \cdot K_l = \frac{95}{33} + \frac{700}{60} + 15 = 29,5 \text{ Kč} \quad (6.20)$$

- kde: N_{Vsol} [Kč] - náklady na výrobu jedné lišty ze sololitu,
 N_{Vair} [Kč] - náklady na výrobu jedné lišty ze strukturní pěny Airex,
 C_{sol} [Kč] - cena 1 m² materiálu ze sololitu,
 C_{air} [Kč] - cena 1 m² materiálu ze strukturní pěny Airex,
 k_p [ks] - počet kusů dílu na 1 m² materiálu,
 N_{CNC} [Kč] - náklady na hodinu provozu stroje CNC,
 K_l [Kč] - koeficient zohledňující logistiku (balení, odvoz, manipulace).

Tab. 23 Porovnání ceny jedné lišty ze současného a nově navrženého materiálu.

Lišta ze sololitu [Kč]	Lišta z izolace Airex [Kč]	Úspora [Kč]
31,3	29,5	1,8

Nový materiál je levnější o 1,8 Kč na jeden díl oproti současně používanému. V kompletním sendviči je použito 12 lišt, aktuálně se vyrábí v dvojsměnném provozu 13 sendvičů za den. V celkovém součtu přinese změna materiálu lišty úsporu přibližně 281 Kč za jeden pracovní den, 73 000 Kč za rok.

6.2 Ekologie

Změna technologického postupu přinesla z ekologického hlediska větší spotřebu elektrické energie a snížení množství odpadů. Použití nebezpečných látek je v obou variantách podobné.

6.2.1 Ekologické zátěž při výrobě sendviče

Parametry zatěžující životní prostředí při výrobě sendviče jsou tyto:

- spotřeba elektrické energie,
- znečišťující látky,
- zařízení sloužící k omezování emisí znečišťujících látek.

Problematika těchto uvedených parametrů je rozsáhlá, detailně vysvětlena je následně.

- **Spotřeba elektrické energie**

Spotřeba elektrické energie je při výrobě sendviče vysoká. Používají se dva elektrické přístroje výrazně zatěžující elektrickou síť. Prvním je tzv. otočný

podstavec, tvořený pěti lepicími lůžky poskládanými do kruhu. Druhým přístrojem je elektrická aplikační pistole na nanášení lepidla, složená ze soustavy hadic, ze kterých se přivádí přes pumpu lepidlo ze sudu až na ústí pistole. V tab. 23 je ukázáno, kolik spotřebovávají jednotlivé přístroje elektrické energie.

Tab. 24 Spotřeba elektrické energie jednotlivých přístrojů [28].

Přístroj	Spotřeba [KW]
Otočný podstavec	6,2
Elektrická aplikační pistole	5,2

Celkově je v současné výrobě používáno dvou otočných podstavců a jedné aplikační pistole, celková spotřeba elektrické energie je tedy 17,6 KW. Při nové variantě je zapotřebí použití tří aplikačních pistolí navíc, takže celková spotřeba elektrické energie bude 33,2 KW.

- **Znečišťující látky**

Nově vybraná lepidla mají podobné mechanické vlastnosti jako aktuálně používané, složení lepidel je příbuzné. Obsahují skoro stejný obsah těkavých, hořlavých a dalších nebezpečných látek. Jedinou větší změnu přinese používání lepidla v horní části sendviče. Jedná se o nově navržené lepidlo SikaForce®-7710 L35 obsahující z větší části modifikované polyoly, což jsou látky upravené k minimální zátěži životního prostředí. Oproti současně používanému lepidlu Scotch-Weld 7256 B/A jehož základní složkou je 3,3'-oxybis(ethylenoxy)bis(propylamin), která patří do skupiny aminů. Je látka životu nebezpečná a zatěžuje životní prostředí.

- **Zařízení sloužící k omezování emisí znečišťujících látek**

Na pracovištích výroby zadní lavice není instalováno žádné zařízení k omezování látek znečišťujících emisemi. K čištění a lepení se používají moderní prostředky s nízkým obsahem těkavých organických látek (1 – 4,5 %) [28].

Na pracovišti je k odsávání těkavých látek umístěna nová odsávací vzduchotechnika se dvěma ventilátory o výkonu 2 x 10 000 m³/h, umístěnými na střeše haly. Vyústky jednotlivých větví vzduchotechniky se nacházejí u podlahy pracovišť. Místa výstupu emisí z obou větví vzduchotechniky jsou 8,5 m nad podlahou haly.

Přívod čerstvého vzduchu je řešen pomocí tří nových nástěnných topných souprav s přívodem čerstvého vzduchu o celkovém výkonu 20 000 m³/h.

6.2.2 Odpady

Při výrobě sendviče vzniká mnoho odpadu, který se musí třídit. Ve firmě Iveco Bus se třídí odpad do tří hlavních skupin:

- recyklovatelný odpad,
- nebezpečný odpad,
- ostatní odpad.

Nejvíce odpadu vzniklého při výrobě sendviče směřuje do nebezpečného odpadu. Kontejner je označen značkou (viz obr. 58). Do této skupiny patří všechny obaly

od lepidel, použité papírové utěrky od čistících prostředků, použité pracovní rukavice atd.



Obr. 58 Příklady označení kontejneru s nebezpečným odpadem [28].

Další velkou skupinou odpadu jsou různé igelitové a papírové obaly, které chrání materiál v paletách před poškozením. Tyto druhy odpadu se vyhazují do kontejneru s označením recyklovatelný odpad (viz obr. 59).



Obr. 59 Příklady označení kontejneru s recyklovaným odpadem [28].

Do kontejneru s označením ostatní odpad (viz obr. 60) patří vše zbývajících, co nelze zařadit do předchozích dvou skupin.



Obr. 60 Příklad označení kontejneru s ostatním odpadem [28].

7 DISKUZE

Diplomová práce je zpracována za účelem řešení stávajících problémů ve výrobě sendviče s následným vypracováním možného vyřešení.

První kapitoly práce jsou věnovány firmě, pro kterou je diplomová práce určena, dále je detailněji popsán rozbor konstrukce sestavy a technologický postup.

Je proveden rozbor konstrukce sestavy. Popis hodnot rozměrů dílů a materiálů sendviče pro velkou složitost nebyl v kapitole uveden, je vložen do příloh.

V další části následuje rozbor stávajícího technologického postupu. Jsou zde detailně popsány jednotlivé operace. Je zachycena metoda přípravy a nanášení lepidla na jednotlivé díly a přemísťování sestavy po jednotlivých pracovištích.

Podstatou práce je analýza vybraných problémů ve výrobě sestavy sendviče a na základě jejich řešení sestavení nového technologického postupu.

Prvním problémem je současná varianta sestavného stolu. Za spolupráce s konstruktérem Pavlem Říhou je vypracován zcela nový sestavný stůl s pneumatickými válci. Při řešení se braly v úvahu nedostatky současného stolu a požadavky firmy na vyšší produktivitu snížením výrobního času.

Problém prohýbaní rámů je nutno vyřešit co nejkratší době a výroba nového stolu s pneumatickými válci zabere ještě hodně času. Tak je v diplomové práci vypracováno možné druhé řešení za pomoci jistícího systému. To je upraveno ze současné varianty na základě požadavků firmy pro okamžité zavedení do výroby.

Dalším problémem jsou drahá lepidla aktuálně používaná při výrobě sendviče. Lepidla jsou nahrazena levnějšími variantami, splňujícími všechny firmou požadované mechanické parametry. Z důvodu problematické spolupráce s vybranými dodavateli nových lepidel a složitosti dané problematiky nejsou v diplomové práci vypracované zkoušky lepidel na ověření pevnosti ve smyku a přilnavosti. Dodavateli je sice telefonicky ujištěno, že by dané lepidlo mělo všem požadavkům vyhovovat, ale pokud by se na jejich produkty skutečně mělo přejít, musely by se ve firmě Iveco Bus udělat ověřovací zkoušky.

Posledním problémem v diplomové práci je drahý materiál lišty, která se nalepuje do přímých profilů na vymezení matic, držících autobusové sedačky. Výběr materiálu je omezen několika faktory. Musí mít podobné mechanické vlastnosti jako současně používaný sololit a firma odebírá materiály jenom od určitých dodavatelů. Při těchto omezeních je vybrán materiál Airex T90.50.

V další kapitole je vypracován nový technologický postup, který je změněn podle uvedených podmínek.

Zhodnocení současného a nového technologického postupu z hlediska technicko-ekonomického je v poslední kapitole. Uváděné ceny lepidel jsou orientační, protože dodavatelé nabídli ceny přímo pro výrobu sendviče.

Závěr diplomové práce se zabývá ekologií. U nového technologického postupu se spotřebuje více elektrické energie, ale bude vznikat méně odpadu, neboť se lepidla nanášejí z elektrických aplikačních pistolí odebírající lepidlo přímo ze sudu. Ve staré variantě se musí nasazovat kartuše do aplikačních pistolí a po použití vyhazovat do koše.

ZÁVĚR

Na základě rozboru stávajícího a nového technologického postupu byly zjištěny následující závěry:

- při nové variantě sestavného stolu lze konstatovat, že dojde ke snížení času přibližně o 10 minut a lepšímu upnutí, ale řešení nebylo ve firmě detailně prověřeno a zatím je ve fázi přípravy,
- výpočtem bylo prokázáno, že výměnou lepidel a sololitových překližek se výrazně zlevní výroba sendviče,
- změnou lepidel ve výrobním postupu se ušetří 15 389 Kč na výrobě jednoho sendviče,
- změnou materiálu lišty pro vymezení matic v profilech se ušetří 1,8 Kč na jedné liště,
- hlediska spotřeby elektrické energie je výhodnější využití současné varianty, jelikož při použití varianty nové je spotřeba elektrické energie vyšší o 15,6 KW.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. *Iveco - A CNH INDUSTRIAL COMPANY* [online]. 2014 [vid. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.iveco.com/czech/spolecnost/pages/o-spole%C4%8Dnosti.aspx>
2. *Iveco Czech Republic a.s: Cestujeme s pocitem volnosti. 2005* [vid. 2014-02-12]. Katalog společnosti
3. TULIS, Jan a Kateřina MATOUŠKOVÁ. *Od kočárů k autobusům. 2005. 3.Vyd. Vysoké Mýto: KAROSA a.s., 2005, 68 s.*
4. TULIS, Jan a Danuše GRACLÍKOVÁ. *Karosa: STO LET VÝROBY KAROSERII VE VYSOKÉM MÝTĚ. 1.Vyd. Vysoké Mýto: KAROSA a.s., 1995, 71s.*
5. *Tatra-Cars Deutschland.* [online]. 2014 [vid. 2014-02-12]. Dostupné z: http://www.gerolt.de/tatra-cars/josef_sodomka.html
6. *AUTA 5P.* [online]. 2006 [vid. 2014-02-21]. Dostupné z: http://auta5p.eu/katalog/aero/sodomka_30_01.php
7. *H.R.G. spol. s.r.o.* [online]. 2008 [vid. 2014-02-21]. Dostupné z: <http://www.hrg.cz/archiv-novinky-2008.php>
8. *Dalibor Feuereisl.* [online]. 2001. [vyd. 2014-04-29]. Dostupné z: http://www.feudal.cz/files/057_Praga_NDO_1948.jpg
9. *Společnost pro veřejnou dopravu.* [online]. 2012 [vid. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.prahamhd.vhd.cz/Busfoto/Dopravci/DP4.htm>
10. Budapest, Irányítástechnika és Informatika Tanszék. [online]. 2004 [vid. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.fsz.bme.hu/godeny/takilaci/t146b.jpg>
11. *Pardubická MHD.* [online]. 2007 [vid. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.pardubickamhd.cz/autobusy/b950/58.html>
12. *Tootti.* [online]. 2011 [vid. 2014-02-29]. Dostupné z: <http://m.imhd.zoznam.sk/hc/popis-typu-vozidla/468/Karosa-C-954.html>
13. *Kargroup.* [online]. 2014 [vid. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.kargroup.cz/informace/mestsky-primestsky-autobus-low-rntry-city-12m-128m--3-dvere/40>
14. *Kargroup.* [online]. 2014 [vid. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.kargroup.cz/informace/mestsky-autobus-crossway-low-entry-line-12m-128m/42>
15. *Kargroup.* [online]. 2014 [vid. 2014-03-02]. Dostupné z: <http://www.kargroup.cz/?page=texty&id=35>
16. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.*
17. *Viking Conversions Ltd.* [online]. 2014 [vid. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://www.vikingindustrial.co.uk/pdf/7256.pdf>

18. *ACRALOCK. Engineered Bonding Solutions. ACRALOCK konstrukční lepidla.* 2013, č. 1, s. 2. Dostupné z: <http://www.scigrip.com/product.php?id=92>
19. *Ataszek.* [online]. 2014 [vid. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://acralock.pl/karty-katalogi/sa-10-lv-en.pdf>
20. *Sika CZ s.r.o.* [online]. 2012 [vid. 2014-03-24]. Dostupné z: http://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/dokumentace/PDS/PDS_G_SikaMeIt.html
21. *IMAI, Masaaki. Kaizen.* 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
22. *Sika CZ s.r.o.* [online]. 2005 [vid. 2014-04-10]. Dostupné z: cze.sika.com/dms...09567/SikaForce_7710_L35.pdf
23. *AZK trade s.r.o.* [online]. 2001 [vid. 2014-03-30]. Dostupné z: <http://www.azktrade.cz/publicdoc/dp410.pdf>
24. *3M. Dvojsložkové strukturální lepidlo DP 410* [Pdf]. Praha: 3M Česko, spol. s r. o., 2013. Technický list.
25. *SCIGRIP. Smarter Adhesive Solutions. SG300 Series Technical Data Sheet.* 2013, č. 1, s. 2. Dostupné z: <http://www.scigrip.com/product.php?id=92>
26. *DUDAS, Juraj. Konštrukčné drevné materiály.* Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. 160 s. ISBN 978-80-228-1938-1.
27. *Příručka obrábění, kniha pro praktiky.* 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
28. *TRPKOŠOVÁ, Renata. PROVOZNÍ ŘÁD vyjmenovaných stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší: LEPÍRNA a LEPENÍ DVEŘÍ a ZADNÍ LAVICE.* Iveco Czech Republic, a.s., Vysoké Mýto, 2013.
28. *Rautaruukki Corporation.* [online]. 2014 [vid. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.ruukki.cz/Produkty-a-reseni/Hutni-materialy/Oceli-s-kovovym-povlakem/Tvarne-oceli/Tvarne-oceli-zarove-zinkovane>
29. *AIREX®. Easy Processing Structural FST Foam.* 2011, č. 1, s. 3. Dostupné z: <http://s483459170.onlinehome.fr/datasheets/product-pdf1139.pdf>
30. *ALFUN a.s.* [online]. 2014 [vid. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://www.alfun.cz/sortiment/hlinik/plechy-a-pasy>
31. *ALUCAD Bohemia, s. r. o.* [online]. 2011 [vid. 2014-05-02]. Dostupné z: <http://alunet.cz/normy-tvrdosti-hlinikovych-slitin/>
32. *NetMagazines s.r.o.* [online]. 2014 [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/stavebni-material/mineralni-vata-a-dalsi-izolace-vlaknitych-materialu.php>
33. *Skolatextilu* [online]. 2014 [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.skolatextilu.cz/vlakna/index.php?page=13>

34. *Slévárna Chomutov, a.s.* [online]. 2008 [vid. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.slevarna-cv.cz/cz/odlitky/nizkolegovane.php>
35. *Labara.* [online]. 2014 [vid. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.labara.cz/cs/vrstvene-izolanty/izolacni-desky/154-sklotextit-g11-155dc>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Jednotka	Popis
ABS-ASR	[-]	protiskluzový systém
CNC	[-]	číslicově řízený systém pomocí počítače
ČSN	[-]	česká státní norma
DVD	[-]	dřevovláknitá deska
EN	[-]	evropská norma
HB	[-]	tvrdost podle Brinella
KCU	[-]	vrubová houževnatost
PET	[-]	polyethylentereftalátu

Symbol	Jednotka	Popis
A	[%]	tažnost
C_{akt}	[Kč]	cena aktivátoru dvojsložkového lepidla od výrobce
C_{báze}	[Kč]	cena báze dvojsložkového lepidla od výrobce
C_{lep}	[Kč]	cena lepidla od výrobce
C_{air}	[Kč]	cena 1 m ² materiálu ze strukturální pěny Airex
C_{sol}	[Kč]	cena 1 m ² materiálu ze sololitu
C_{Vakt}	[Kč]	výsledná cena aktivátoru dvojsložkového lepidla
C_{Vbáze}	[Kč]	výsledná cena báze dvojsložkového lepidla
C_{Včn}	[Kč]	výsledná cena lepidla použitá na výrobu jedné části sendviče
C_{Vlep}	[Kč]	výsledná cena lepidla
C_{Vsen}	[Kč]	výsledná cena sendviče
k_p	[Kč]	koeficient zohledňující logistiku (balení, odvoz, manipulace)
k_p	[ks]	počet kusů dílu na 1 m ² materiálu
m	[ml]	hmotnost lepidla v balení
N_{CNC}	[Kč]	náklady na hodinu provozu stroje CNC
N_{Vair}	[Kč]	náklady na výrobu jedné lišty ze strukturní pěny Airex
N_{Vsol}	[Kč]	náklady na výrobu jedné lišty ze sololitu

p	[kPa]	lisovací tlak
R_d	[MPa]	mez pevnosti v tlaku
R_e	[MPa]	mez kluzu
R_m	[MPa]	mez pevnosti v tahu
R_o	[MPa]	mez pevnosti v ohybu
T_t	[°C]	teplota tavení
T	[°C]	teplota
ρ	[kg/m ³]	hustota
λ	[W/m.K]	koeficient tepelné vodivosti
τ	[MPa]	pevnost ve smyku

SEZNAM PŘÍLOH

- | | |
|------------|---|
| Příloha 1 | Technické parametry autobusu Arway (Euro 6) |
| Příloha 2 | Výkresová dokumentace spodního dílu sendviče |
| Příloha 3 | Výkresová dokumentace horního dílu sendviče |
| Příloha 4 | Výkresová dokumentace profilů |
| Příloha 5 | Výkresová dokumentace ustavení profilů k rámu podlahy |
| Příloha 6 | Výkresová dokumentace ustavení izolací |
| Příloha 7 | Výkresová dokumentace přilepení spodních izolací |
| Příloha 8 | Žárově zinkovaná nízkouhlíková ocel |
| Příloha 9 | Dřevěná překližka |
| Příloha 10 | Izolace Airex T90.100 |
| Příloha 11 | Hliník |
| Příloha 12 | Izolace ze skelných minerálních vláken |
| Příloha 13 | Izolace z polyesterových vláken |
| Příloha 14 | Matice v profilech |
| Příloha 15 | Distanční kroužky |
| Příloha 16 | Druhy lepicích pistolí |
| Příloha 17 | Momentový utahovák značky Festool DRC 18/4 |

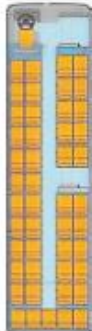
PŘÍLOHA 1

Technické parametry autobusu Arway (Euro 6)

CROSSWAY



Crossway Line 10,8 / 12 / 13 m – Diesel EURO VI



Verze 10,8 m: 47 míst k sezení



Verze 12 m: 55 míst k sezení



Verze 13 m: 59 míst k sezení
Maximální obsaditelnost : 61 míst k sezení

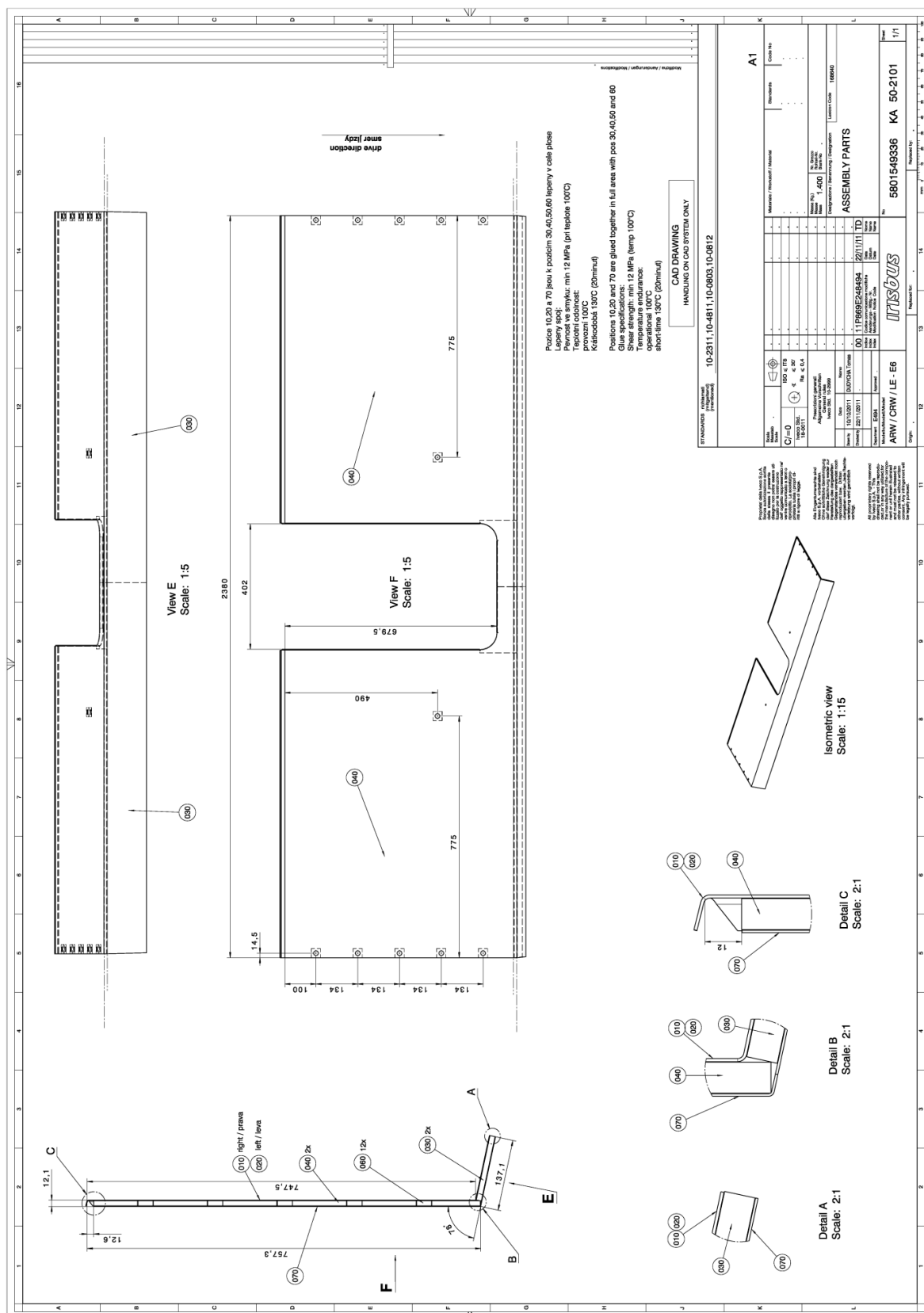


Délka	10 757 mm	12 097 mm	12 962 mm
Šířka	2 550 mm		
Výška (s klimatizací / bez klimatizace)	3 460 / 3 370 mm		
Rozvor	5 300 mm	6 200 mm	7 065 mm
Přední / zadní převis	2 165 / 3 292 mm	2 605 / 3 292 mm	
Výška podlahy	860 mm		
Vnitřní výška	2 280 mm		
Nástupní výška předních / středních dveří	344 / 344 mm		
Šířka předních / středních dveří (opce)	800 mm / 800 mm (1 200 mm)		
Vnější obrysový poloměr zatáčení	9 250 mm	10 770 mm	11 900 mm
Vnější stopový poloměr zatáčení	7 820 mm	8 990 mm	10 120 mm
Úhel nájezdu vpředu / vzadu	8,3° / 8°		
GVW* (max. povolená celková hmotnost)	19 000 kg		
Maximální povolená hmotnost na přední / zadní nápravu *	7 100 / 12 600 kg		
Objem zavazadlových schrán	3,5 m³	5,7 m³	6,8 m³
Objem zavazadlových košů	2,4 m³	2,8 m³	3 m³

	Cursor 9 EURO VI	Tector 7 EURO VI
Výkon	265 kW (360 HP) při 1 600 - 2 200 ot./min.	235 kW (320 HP) při 2 200 - 2 500 ot./min.
Kroudivý moment	1 650 Nm při 1 200 - 1 500 ot./min.	1 100 Nm při 1 250 - 1 700 ot./min.
Zdvihový objem	8,7 litrů	6,7 litrů
6 válců v řadě, vertikální, uložený vzadu, vstříkování Common Rail		

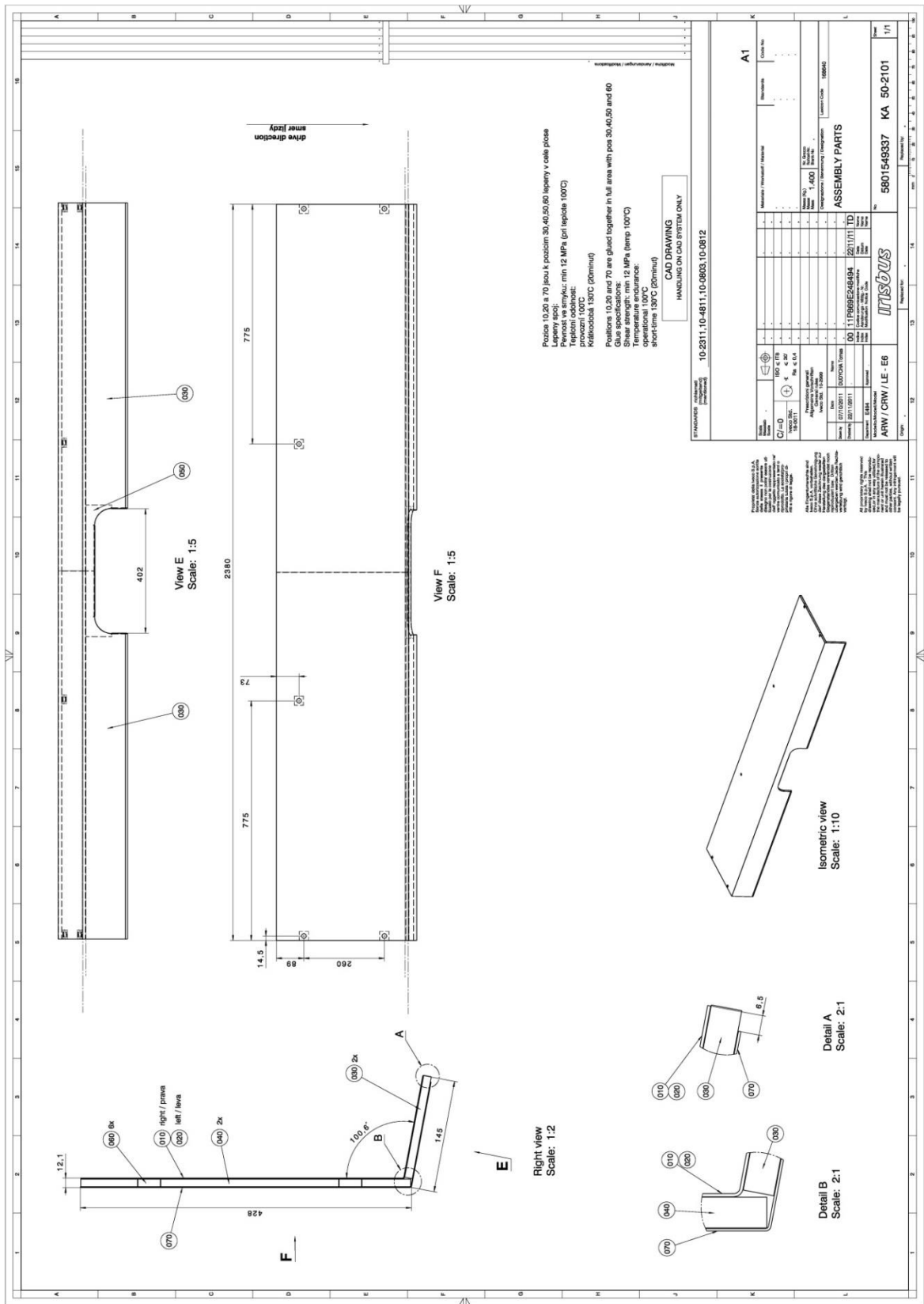
* v závislosti na místních předpisech

Výkresová dokumentace spodního dílu sendviče

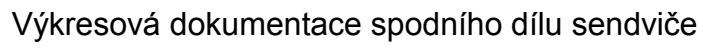


PŘÍLOHA 2 (2 - 3)

Výkresová dokumentace spodního dílu sendviče

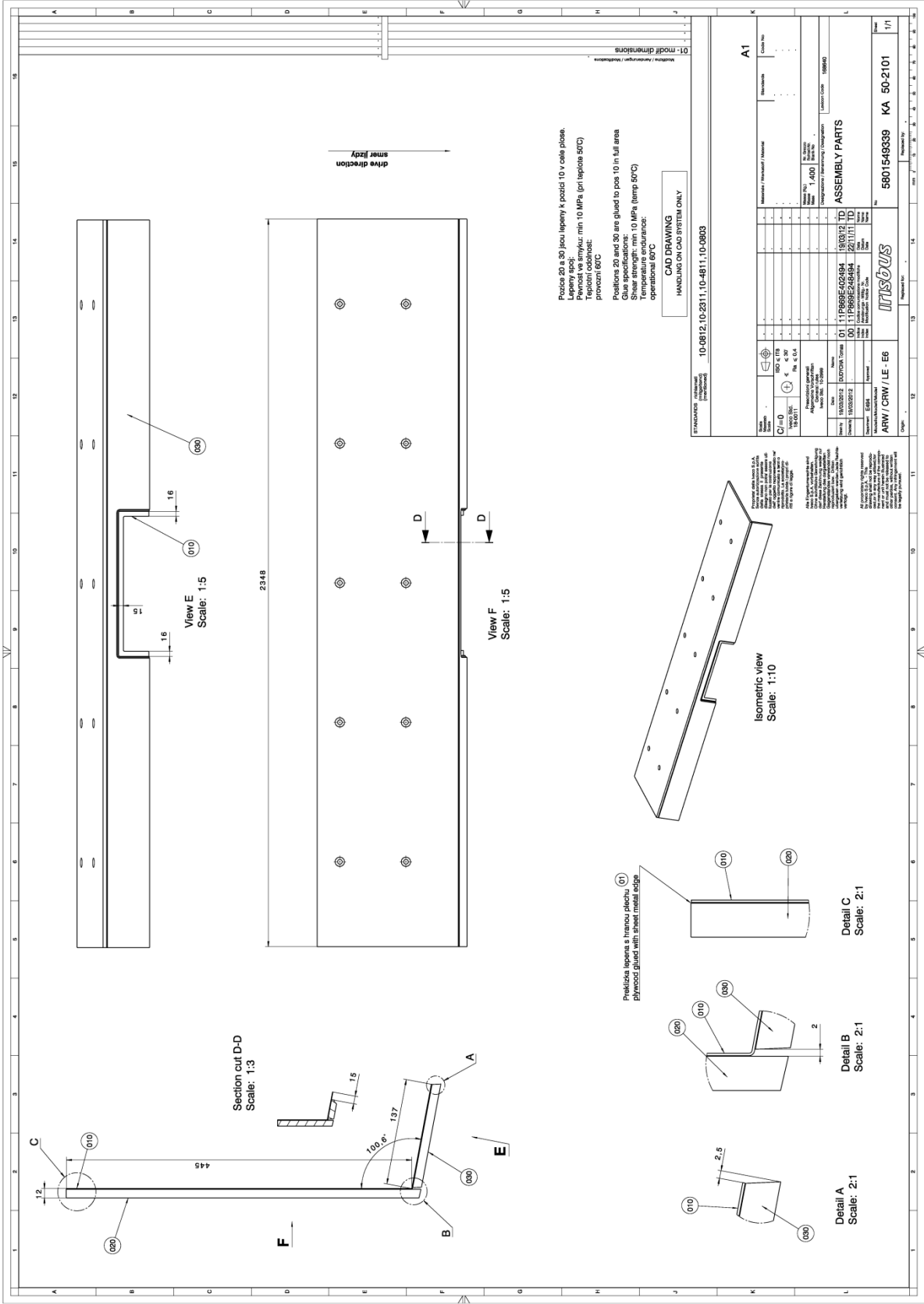


Výkresová dokumentace spodního dílu sendviče



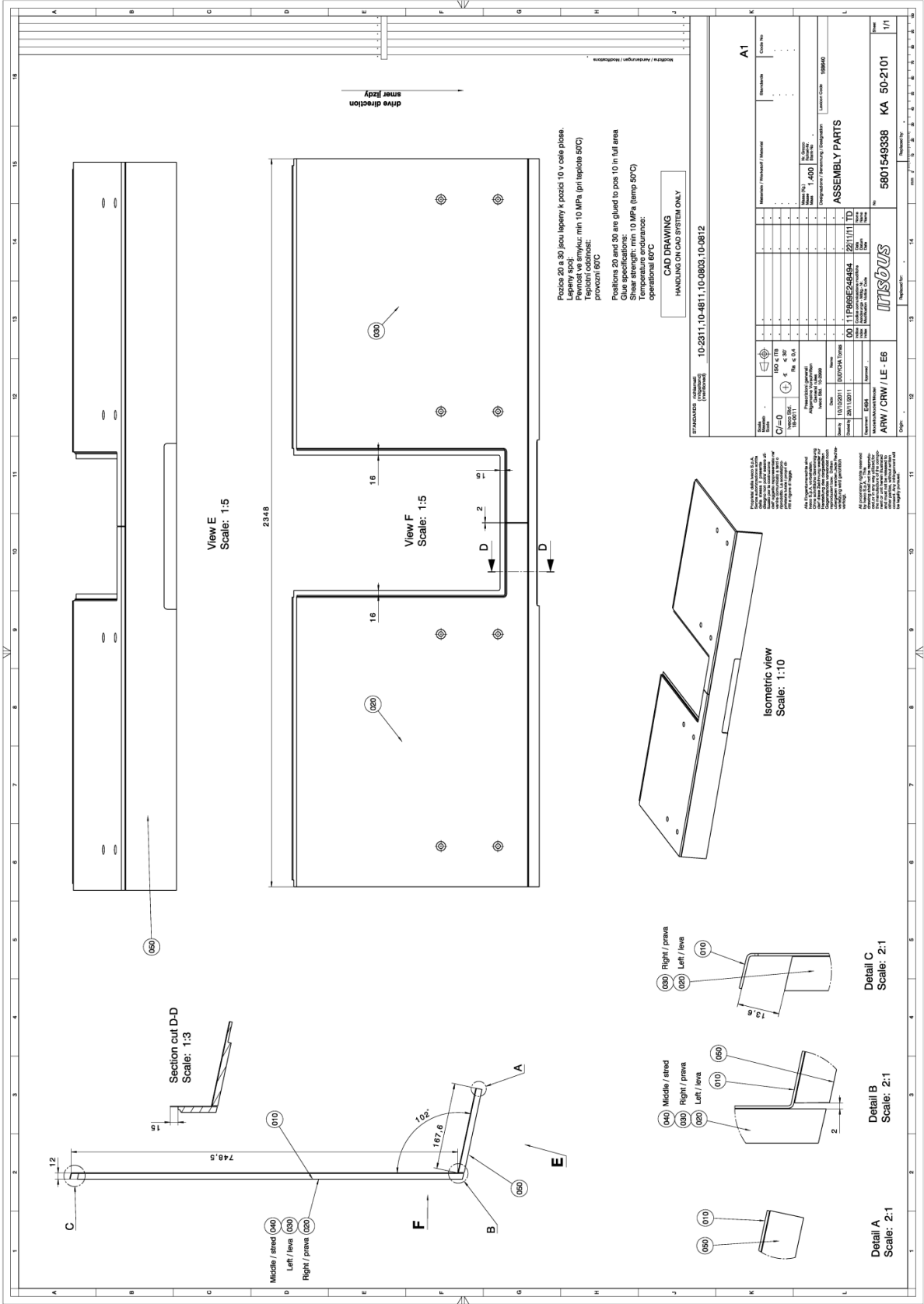
PŘÍLOHA 3 (1 – 3)

Výkresová dokumentace horního dílů sendviče

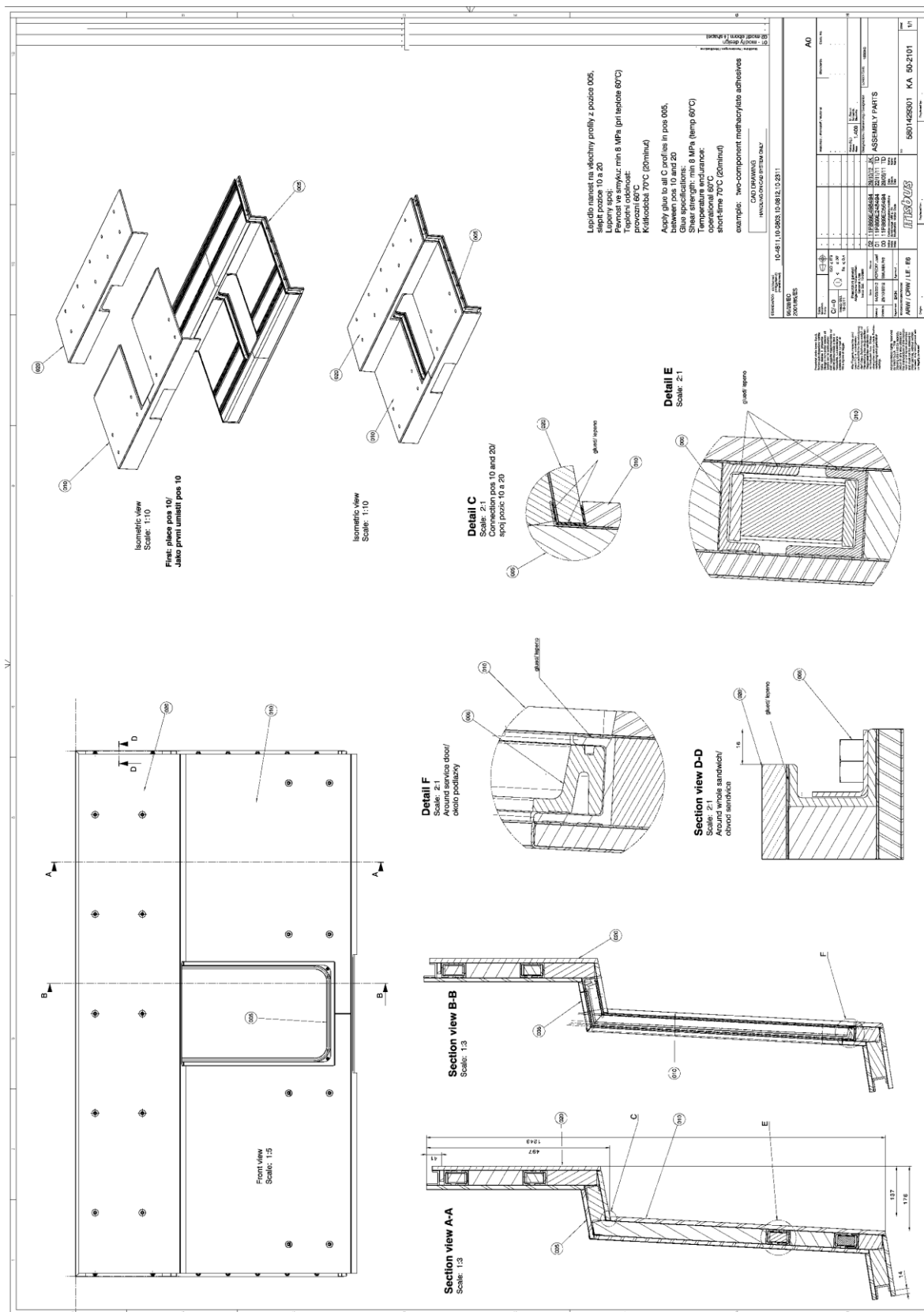


PŘÍLOHA 3 (2 – 3)

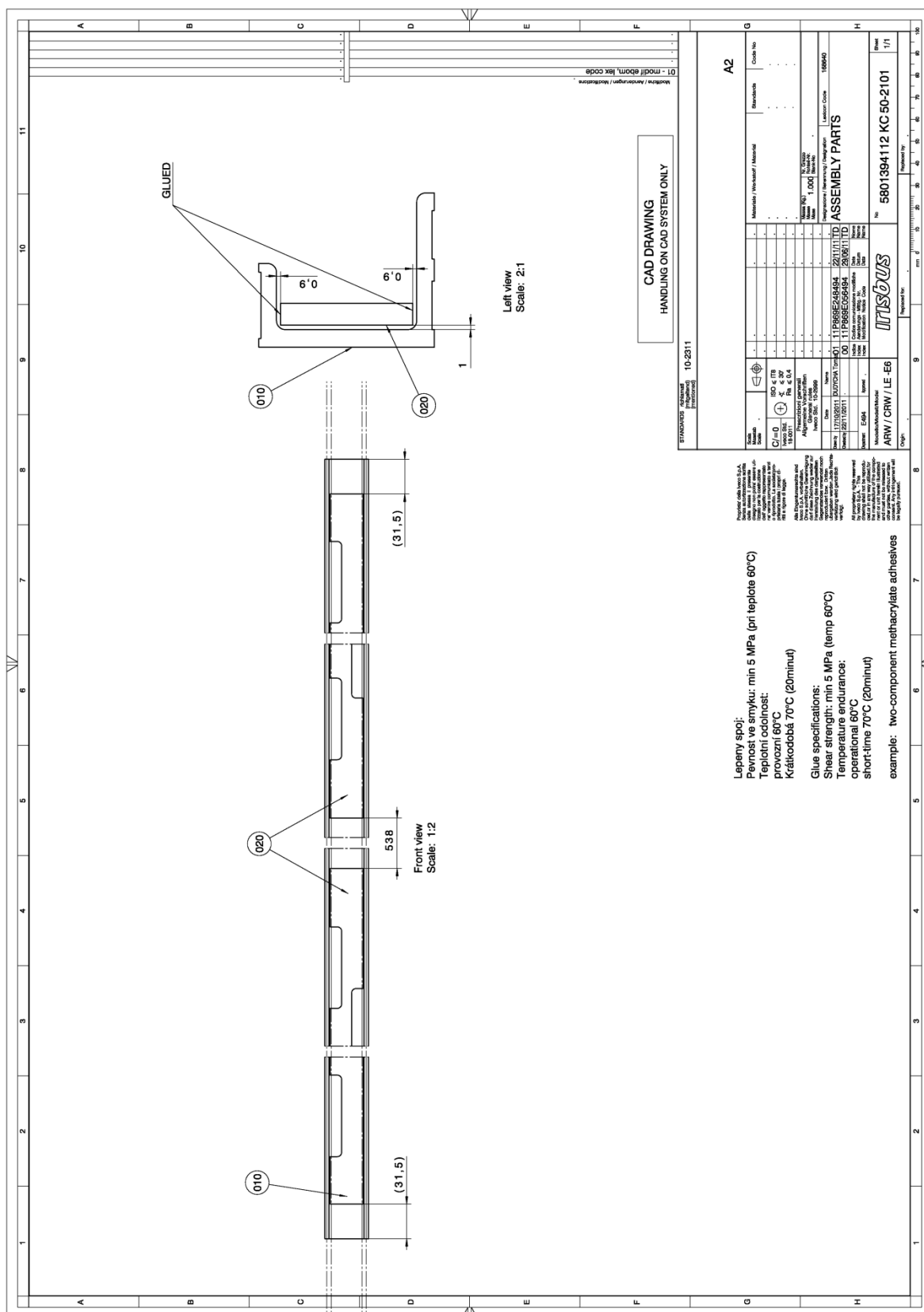
Výkresová dokumentace horního dílů sendviče



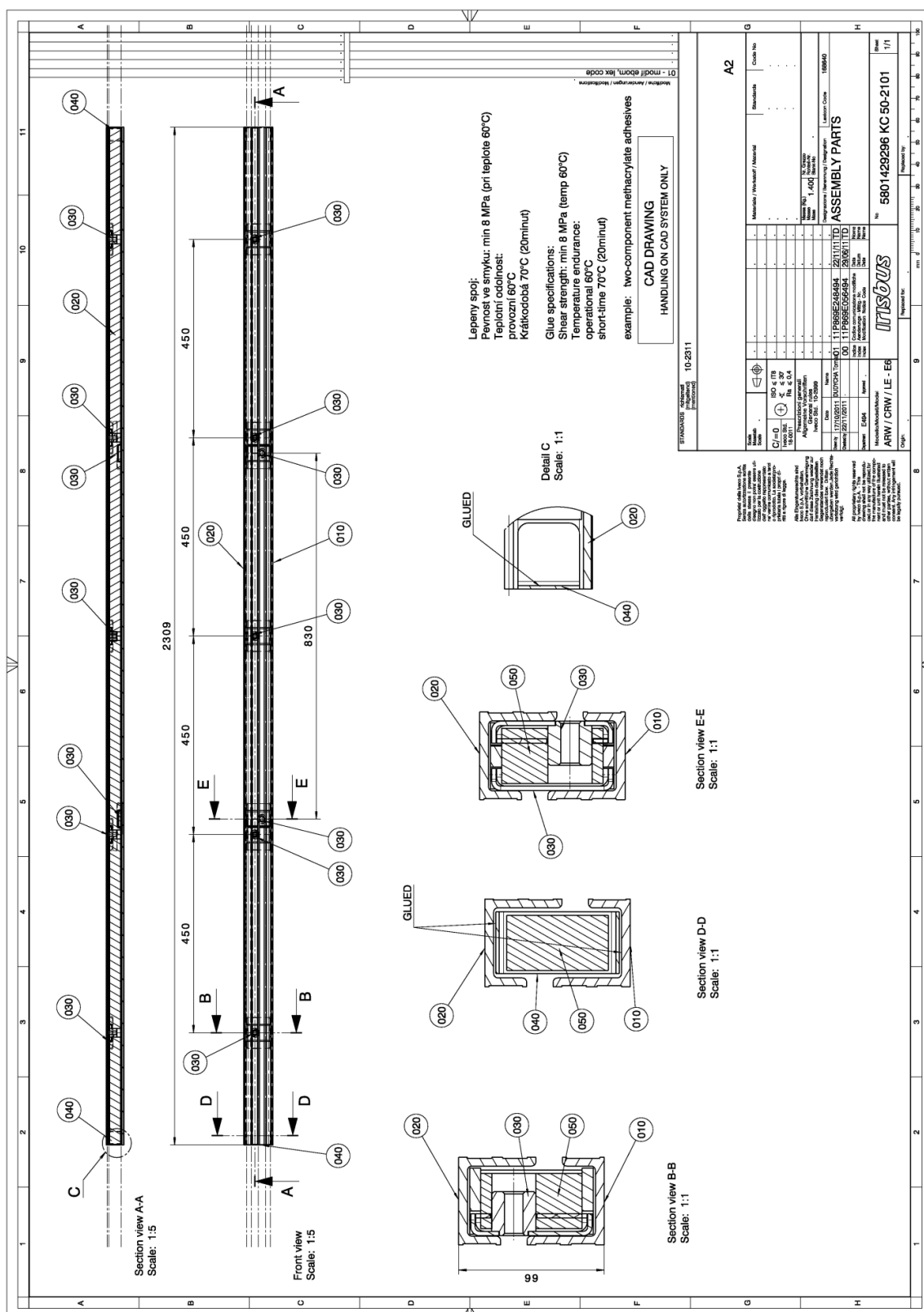
Výkresová dokumentace horního dílů sendviče



Výkresová dokumentace profilů

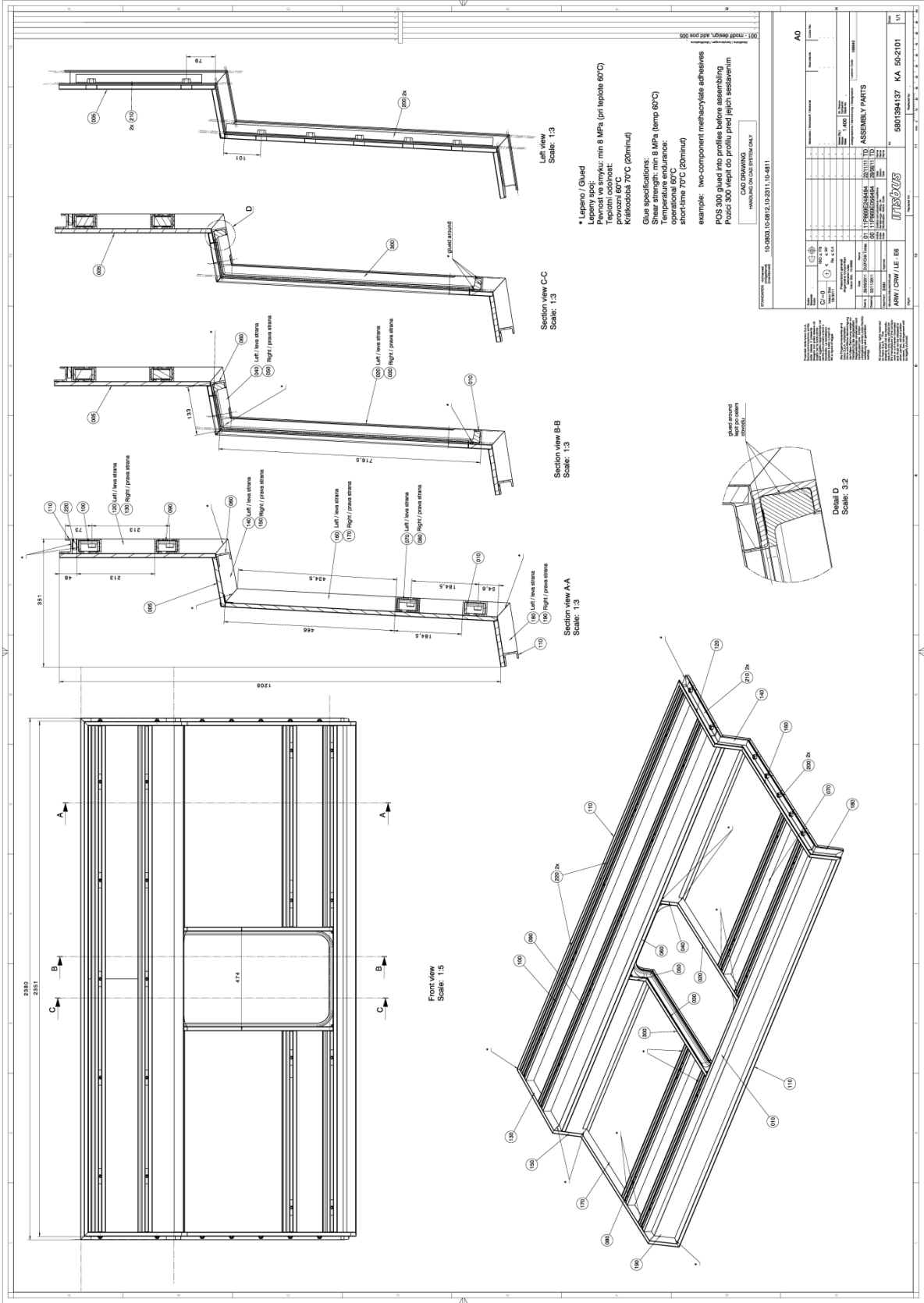


Výkresová dokumentace profilů

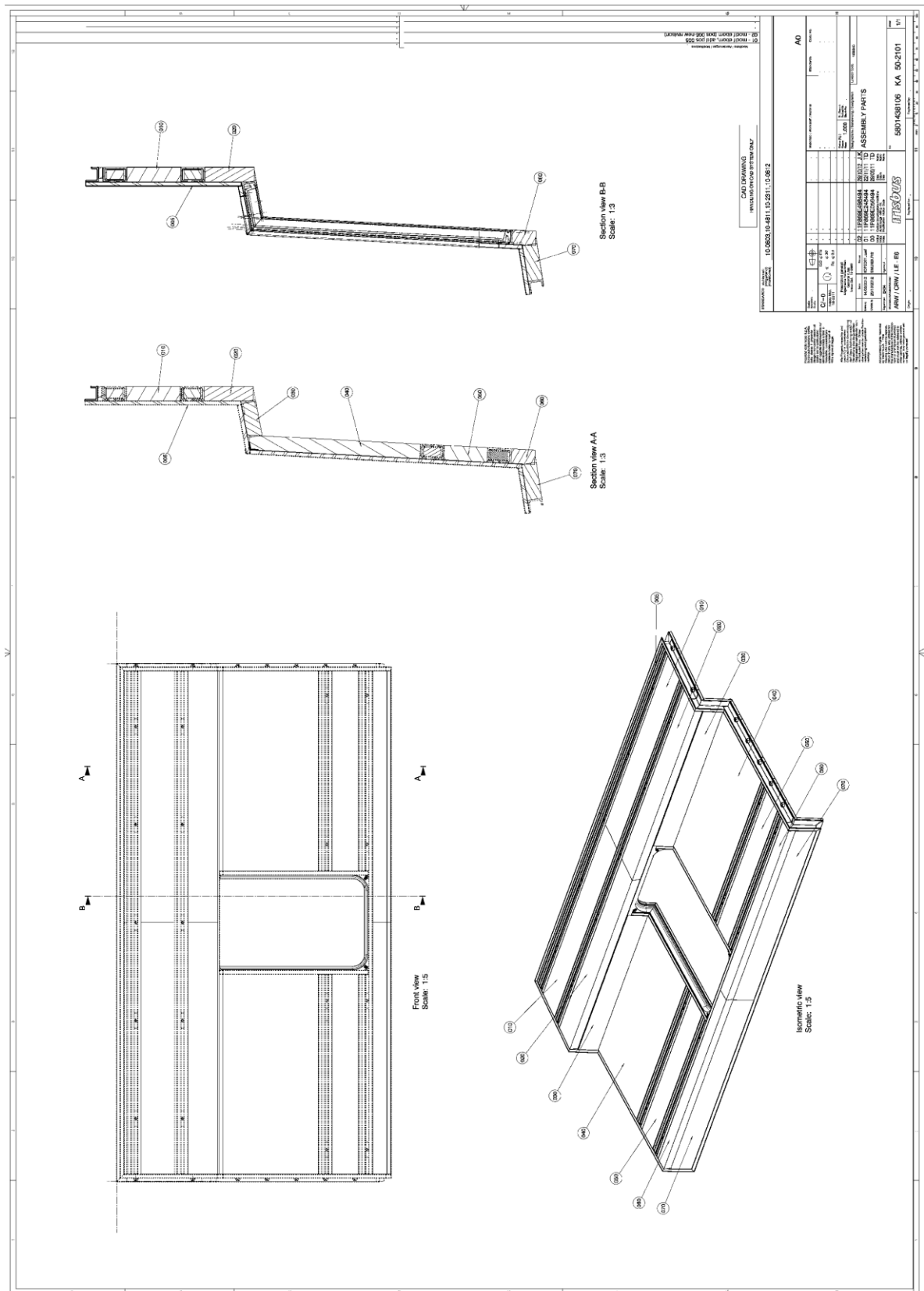


PŘÍLOHA 5

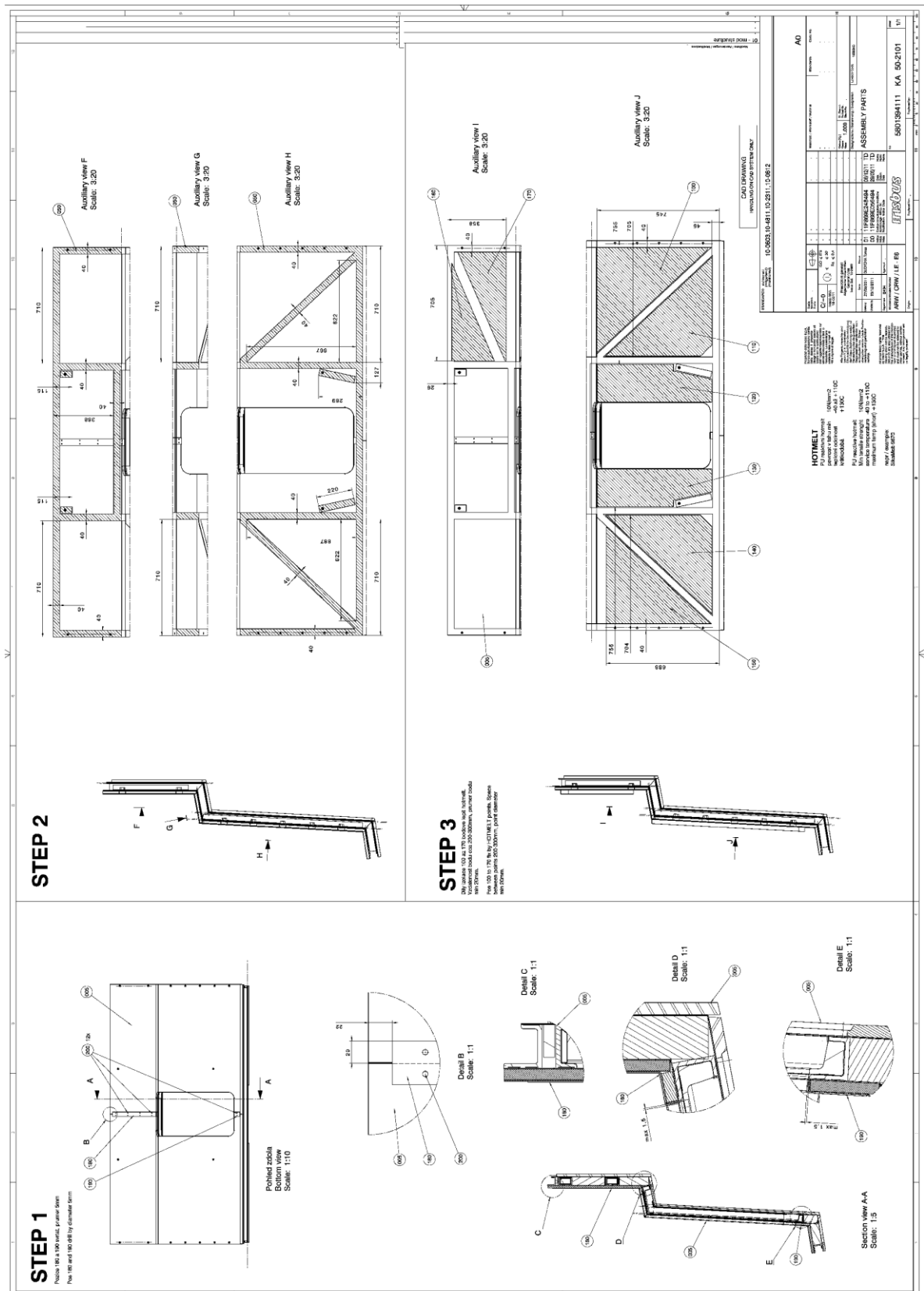
Výkresová dokumentace ustavení profilů k rámu podlázky



Výkresová dokumentace ustavení izolací



Výkresová dokumentace přilepení spodních izolací



PŘÍLOHA 8

Žárově zinkovaná nízkouhlíková ocel

Materiál je z hlubokotažné oceli značky 1.0350, což odpovídá přibližně oceli ČSN 11 321. Podle normy EN 10346 má ocel jakost DX52D – ZF 100.

kde: – ZF povlak železo zinek
– 100 minimální hmotnost g/m^2 povlaku

Chemické složení oceli [28].

Chem. prvek	C	Si	Mn	P	S	Ti
Obsah max. [%]	0,12	0,50	0,60	0,10	0,045	0,30

Mechanické vlastnosti

Ocel se vyznačuje dobrými vlastnostmi pro tváření a dobrou odolností proti korozi. Hlavní výhodou, kvůli které se tato upravená ocel používá, je ta, že díky matné mikrostruktuře povrchu poskytuje výbornou přilnavost pro lepidla [28].

Mechanické vlastnosti (mez pevnosti v tahu, mez kluzu a tažnost) oceli 1.0350 jsou uvedeny v tabulce.

Mechanické vlastnosti oceli [28].

R_m [MPa]	R_e [MPa]	A [%]
270 - 420	140 - 300	26

PŘÍLOHA 9

Dřevěná překližka

V sendviči se používá voděodolná dřevěná překližka určená pro stavebnictví. Bohužel dodavatel materiálu si nepřeje, aby detailnější informace byly uváděny. Pouze bylo sděleno, že se překližka skládá ze 7 vrstev slepených fenolickým pryskyřičným lepidlem, které dobře odolává teplotám do 100 °C a že prostřední vrstva je z pryže kvůli voděodolnosti.



Zadní horní díl sendviče z překližky



Řez voděodolnou dřevěnou překližkou

PŘÍLOHA 10

Izolace Airex

Zde používaná izolace je řady T90 z recyklovatelného termoplastu, s polymerní pěnou a se strukturou uzavřených buněk. Má velmi dobré mechanické vlastnosti a mimořádnou odolnost proti únavě. Dále je chemicky stabilní, odolná UV záření a je nehořlavá. Hlavními důvody výběru izolace jsou ty, že má velmi dobrou přilnavost pro různá lepidla a velkou dlouhodobou teplotní stabilitu až do 100 °C [29]. Tato izolace proto představuje ideální materiál pro sestavení sendviče.

Mechanické vlastnosti (mez pevnosti v tahu a tlaku, tažnost, hustota, tepelná vodivost a teplota tavení) izolace jsou uvedeny v tabulce.

Mechanické vlastnosti Airex T90.100 [29].

R_m [MPa]	R_d [MPa]	A [%]	ρ [kg/m ³]	λ [W/m.K]	T_t [°C]
2,2	1,4	12	110	0,033	250

* v tabulce jsou uváděny průměrné hodnoty



Izolace Airex

PŘÍLOHA 11

Hliník

Hliník se označuje EN AW-1050A s tvrdostí H24, což odpovídá přibližně normě ČSN 42 4005.

Chemické složení hliníku EN AW-1050A [31].

Chem. prvek	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti
Obsah max. [%]	99,5	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05

Vlastnosti:

Tento typ hliníku se používá na konstrukční prvky mechanicky málo namáhané. Je to kvůli tomu, že má horší mechanické vlastnosti. Na druhou stranu je tento materiál vysoce tvárný, dobře svařitelný a spolehlivě na něm drží lepidlo [30].

Mechanické vlastnosti (mez pevnosti v tahu, minimální mez kluzu a tažnost) hliníku EN AW-1050A jsou uvedeny v tabulce.

Mechanické vlastnosti hliníku EN AW-1050A [31].

R _m [MPa]	R _e [MPa]	A [%]
105 - 145	75	4 - 8

PŘÍLOHA 12

Izolace ze skelných minerálních vláken

Izolace se skládá z křemičitého písku, sody, vápence a starého skla. Uvedené složky se roztaví na teplotu zhruba 1 450 °C a následně se rozpojují na vlákna, které se mísí s pojivem (pryskyřicí), důležitým pro vytvoření požadované soudržnosti. Vlákna padají na pás, kde se ukládají na sebe a vytváří rohož bílé skelné vaty. Ta je dále protahována přes dlouhou vytvrzovací pec, ze které vychází hotový koberec skelné vlny [32].

Mezi hlavní výhody patří nízký součinitel tepelné vodivosti (přibližně $\lambda = 0,035 \text{ W/m.K}$) a výborné akustické vlastnosti (dobře pohlcuje zvuk). Dalšími výhodami je chemická neutrálnost (nereagují s okolním materiálem) a nehořlavost. Izolace se nesmí používat tam, kde by byla mechanicky namáhána [32]. To v našem případě nevádí, protože se lepí na stěnu krytu motoru.

Na sendviči je používána izolace o tloušťce 20 mm. Izolace je kvůli lepšímu nalepení na hliníkovou desku obalena svrchu kontaktní tkaninou. Zespodu je izolace oblepena hliníkovou folií, aby se izolace postupem času nedrolila na motor.



Izolace ze skelných minerálních vláken [32]

PŘÍLOHA 13

Izolace z polyesterových vláken

Izolace je složena ze dvou složek z recyklovaných PET lahví (70%) a polyesterových vláken (30%). Obě složky se roztaví a chemickou reakcí (polykondenzací) je vyroben polykondenzát, který se zvlákňuje z taveniny do šachty, následně dlouží, popřípadě sdružuje do kabelu, který se dále řeže nebo trhá na trhanec. Vznikají různě jemná, profilovaná, popřípadě bikomponentní vlákna [33]. Výroba z polyesterových vláken je šetrnější k životnímu prostředí než ze skelných minerálních vláken.

Mezi přednosti produktu patří dobré pohlcování zvuku, nízký součinitel tepelné vodivosti a požární odolnost. Dále je materiál vodotěsný a odolný proti hnilobě [33].

Mechanické vlastnosti (hustota, součinitel tepelné vodivosti a teplota tavení) Izolace z polyesterových vláken jsou uvedeny v tabulce.

Mechanické vlastnosti izolace ze polyesterových vláken [33].

ρ [kg/m ³]	λ [W/m.K]	T_t [°C]
30	0,0354	250

V sendviči je používána izolace a tloušťce 5 mm. Izolace se do sendviče vkládají a slouží k odhlučnění hluku od motoru a k tepelné izolaci.



Izolace z polyesterových vláken

PŘÍLOHA 14

Matice v profilech

Matice jsou vyrobeny z manganové oceli na odlitky. Podle EN se ocel označuje G28Mn6, což odpovídá oceli ČSN 42 2709.1. Je to nízkolegovaná ocel na odlitky odlévaná do pískových forem. Odlitky z této oceli jsou normalizačně žíhané.

Chemické složení oceli ČSN 42 2709.1 [34].

Chem. prvek	C	Mn	Si	P	S	P+S
Obsah [%]	0,20 - 0,28	1,2 - 1,6	0,20 - 0,50	max. 0,05	max. 0,05	max. 0,09

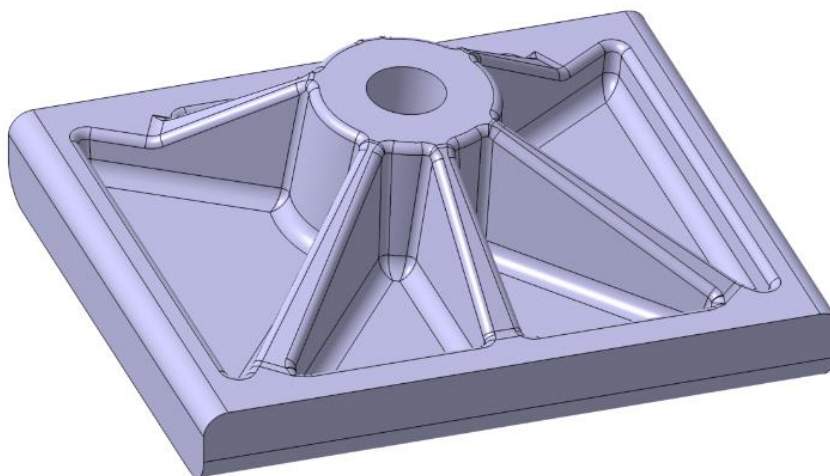
Mechanické vlastnosti

Má velmi dobrou obrobitelnost ve stavu normalizovaném a popuštěném. Dobrou ve stavu zušlechtěném. Ocel není moc vhodná pro svařování nutný předehřev (250 °C) [34].

Mechanické vlastnosti pevnosti v tahu, minimální mez kluzu, tažnost, kontrakce, vrubovou houževnatost a tvrdost podle Brinella) oceli ČSN 42 2709.1 jsou uvedeny v tabulce.

Chemické složení oceli ČSN 42 2709.1 [34].

R _m [MPa]	R _e [MPa]	A [%]	Z [%]	KCU [J/cm ²]	HB
520 - 670	300	18	25	39	149 - 184



Model matice

PŘÍLOHA 15

Distanční kroužky

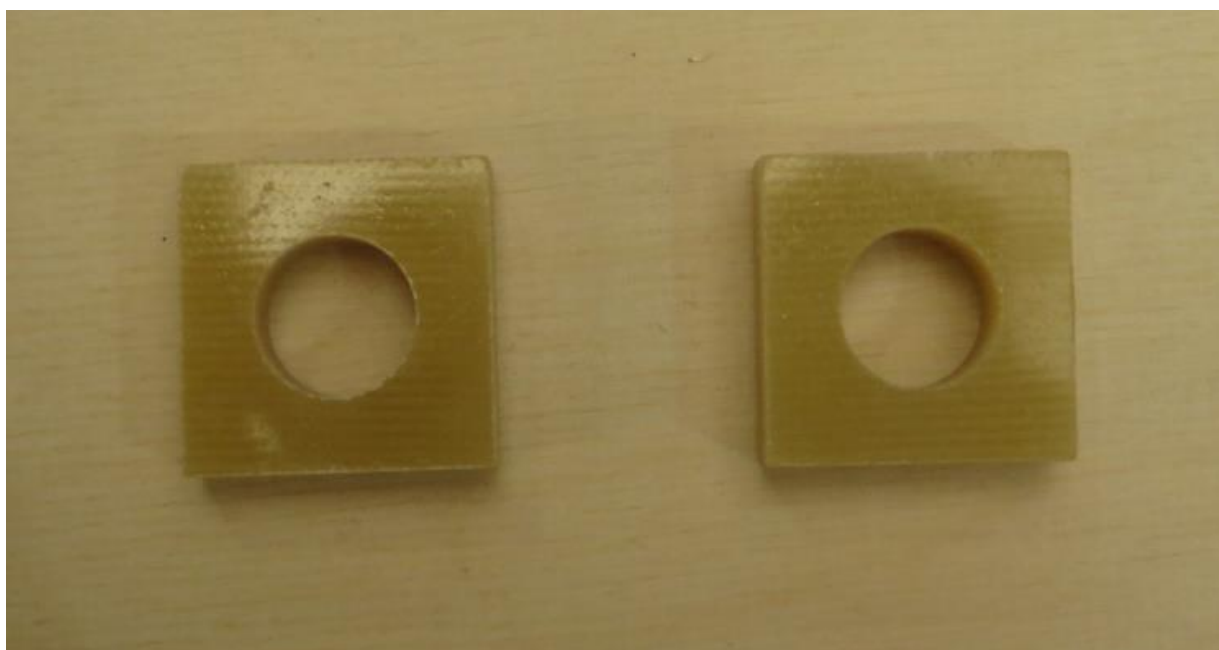
Distanční kroužky jsou vyrobeny z materiálu Sklotextit G11 s teplotní odolností 155 °C. Obchodní název je Sklotextit Hgw 2372.4 (tvrzená skelná tkanina). Sklotextit je vrstvený materiál vyrobený z upravené skelné tkaniny a epoxidové živice (pojiva).

Mechanické vlastnosti

Vyznačuje se vynikajícími mechanickými a elektroizolačními vlastnostmi, svoje mechanické vlastnosti si zachovává i při zvýšených teplotách. Dále se vyznačuje odolností proti plazivým proudům. Barva desek je světle žlutá až světle zelená [35].

Mechanické vlastnosti materiálu Sklotextit G11 [35].

R_o [MPa]	R_d [MPa]	ρ [kg/m ³]
350	240	1,65 - 1,85



Distanční kroužky z materiálu Sklotextit G11

PŘÍLOHA 16

Druhy lepicích pistolí



Vzduchová aplikační lepicí pistole odebírající lepidlo z kartuše



Elektrická aplikační lepicí pistole odebírající lepidlo ze sudu

PŘÍLOHA 17

Momentový utahovák značky Festool DRC 18/4

Technické údaje

- napětí akumulátoru	18 V
- stupně	4
- volnoběžné otáčky 1./2. stupeň	0-400 / 0-850 min ⁻¹
- volnoběžné otáčky 3./4. stupeň	0-1850 / 0-3800 min ⁻¹
- max. krouticí moment dřevo/ocel	40/60 Nm
- upínací rozsah sklíčidla	1,5 - 13 mm
- kapacita akumulátoru Li-Ion	4,2 Ah
- celková hmotnost	1,8 kg



Festool DRC 18/4